كيف تعمل....

الحاسبة الإلكترونية


Arabcomics.net



ARAB-COMICS
عرب كوميكس
www.arabcomics.net

مكتبة لبنان



حاسِبَةٌ إطارِيَّةٌ ضَخْمَةٌ مَعَ تَجْهيزاتِها الرَّئيسِيَّة.

حاسِبَةٌ دِقِّيَّةٌ

إذا كُنتَ تَهتَمُّ بِالحاسِباتِ وبِوَظائِفِها وطُرُقِ تَشْغيلِها ، ولٰكِنْ تَثْنيكَ تَعْقيداتُها وتَشابُكُ تَراكيبِها عَنْ مُتابَعةِ ذٰلِكَ الاهْتِمامِ وتَطْويرِهِ ، فَعَلَيْكَ بِمُطالَعَةِ هٰذا الكِتابِ. فهوَ يُعالِجُ المَبادِئَ الرَّئيسيَّةَ لِلْحاسِبَةِ مُبَسَّطَةً إلى الحَدِّ الأَقْصى ، ويَتَحاشَى في الوَقْتِ نَفْسِهِ التَّعَمُّقَ البالِغَ في عِلْمِ الإلِكْتِرونِيّاتِ. إنَّ العِنايَةَ الفائِقَةَ في الجَمْعِ بَيْنَ نَصٍّ مُدَقَّقٍ جَيِّدِ الصِّياغَةِ ورُسومٍ إيضاحيَّةٍ مُعَبِّرَةٍ لا بُدَّ أَنْ تُوَفِّرَ لِلطُّلّابِ اليافِعينَ - فِتْيانًا وفَتَياتٍ - مَعْرِفَةً أساسيَّةً جَيِّدَةً حَوْلَ كُنْهِ الحاسِباتِ وجَميعِ ما يَتَعَلَّقُ بِها.

© حُقوق الطبْع مَحفُوظة
طُبعَ في انكلترا
١٩٨٢

كيف تعمل ...

الحاسِبَة الإلِكْترونيَّة

طَبعة حَديثة مُطوَّرة

تَأليف : داوُد كاري وَجيمس بْلايْث
وَضَعَ الرُّسوم : ب. هـ. روبِنْسون وَجيرالد ويتْكوم
نَقَلهُ إلى العَرَبيَّة : وَجيه السَّمّان وَأحمد الخطيب



مكتبة لبنان



ماهِيَّةُ الحاسِبَةِ

تُثيرُ الحاسِبَةُ الإلِكْتْرونِيَّةُ فينا مَشاعِرَ الدَّهْشَةِ والرَّهْبَةِ مَعًا. فَهِيَ تَسْتَأْثِرُ بِإعْجابِنا حينَ تُسْتَخْدَمُ في تَوْجيهِ الصَّواريخِ وفي بُحوثِ الفَضاءِ، وتُمَكِّنُ الإنْسانَ مِنْ رِيادَةِ القَمَرِ – حَتّى إنَّ الكَثيرَ مِنَ النّاسِ أَخَذوا يَعْتَبِرونَها آلَةً شِبْهَ بَشَرِيَّةٍ ذاتَ «دِماغٍ» مُفَكِّرٍ، خاصَّةً وأَنَّ مِنْها ما يَعْزِفُ الموسيقى، كَما أَنَّ مِنْها ما هُوَ ناطِقٌ. ومِنْ جِهَةٍ أُخْرى، تُرْهِبُنا الحاسِبَةُ بِآلِيّاتِها المُتَراكِبَةِ المُتَشابِكَةِ وبِما تَنْطَوي عَلَيْهِ مِنْ مَبادِئَ عِلْمِيَّةٍ مُعَقَّدَةٍ.

والواقِعُ أَنَّهُ لا عَقْلَ لِلْحاسِبَةِ ولا دِماغَ، وهِيَ عاجِزَةٌ عَنْ أَنْ تُفَكِّرَ بِنَفْسِها – فَهِيَ مَبْدَئِيًّا آلَةٌ لِإجْراءِ العَمَلِيّاتِ الحِسابِيَّةِ، تُدارُ أُوتوماتِيًّا، وتَقومُ بِعَمَلِ أَفْرادٍ كَثيرينَ بِسُرْعَةٍ فائِقَةٍ مُذْهِلَةٍ. أَمّا التَّفْكيرُ الفِعْلِيُّ فَيَقومُ بِهِ الإنْسانُ الَّذي يُغَذّي الحاسِبَةَ بِالمَعْلوماتِ ويُبَرْمِجُها لِمُعالَجَةِ تِلْكَ المَعْلوماتِ بِعَمَلِيّاتٍ خاصَّةٍ مُحَدَّدَةٍ.

والحاسِبَةُ العَصْرِيَّةُ، وإنْ ظَلَّتْ أَساسًا آلَةً لِلْعَمَلِيّاتِ الحِسابِيَّةِ، فَإنَّ بِمَقْدورِها أَيْضًا اخْتِزانَ كَمِّيَّةٍ ضَخْمَةٍ مِنَ المَعْلوماتِ. وبِالإمْكانِ بَرْمَجَتُها لِإجْراءِ عَمَلِيّاتِ «مَنْطِقِيَّةِ التَّفْكيرِ» عَلى هٰذِهِ المَعْلوماتِ، كَأَنْ تَنْقُلَ مَثَلًا مَعْلوماتٍ مُعَيَّنَةً مِنْ أَحَدِ أَقْسامِ الآلَةِ إلى قِسْمٍ آخَرَ فيها، وأَنْ تُصَنِّفَ وتُنَسِّقَ هٰذِهِ المَعْلوماتِ وتُقارِنَها مَعَ مَجْموعَةٍ أُخْرى مِنَ المُعْطَياتِ، أَوْ أَنْ تَسْتَخْدِمَ هٰذِهِ المَعْلوماتِ في عَمَلِيّاتٍ حِسابِيَّةٍ أَوْ إحْصائِيَّةٍ. ونَأْمُلُ أَنْ يَكونَ لَكَ في هٰذا الكِتابِ عَوْنٌ عَلى تَفَهُّمِ كَيْفِيَّةِ قِيامِ الحاسِبَةِ بِتَأْدِيَةِ مُعْظَمِ هٰذِهِ الأَعْمالِ.

مَراحِلُ تَطَوُّرِ الحاسِبَةِ

مِنَ الخَطَإِ الاعْتِقادُ أَنَّ الحاسِبَةَ ظَهَرَتْ عَلى مَسْرَحِ الأَحْداثِ فَجْأَةً ، لَكِنَّ عَدَدَها واسْتِخْداماتِها قَدْ تَزايَدَتْ كَثيرًا ولا شَكَّ في السَّنَواتِ الأَخيرَةِ. لَقَدْ مَضَى عَلى اسْتِخْدامِ الحاسِباتِ المَكْتَبِيَّةِ زَمَنٌ طَويلٌ ، فإِنَّهُ حَتّى في عَهْدِ المَلّاحينَ والفَلَكِيِّينَ القُدَماءِ كانَتْ هُنالِكَ حاجَةٌ إِلى ضَرْبٍ مِنَ الأَجْهِزَةِ الحاسِبَةِ لِيُخَفِّفَ عَنِ الدِّماغِ البَشَرِيِّ بَعْضَ أَعْبائِهِ.

وكانَتِ الحاسِبَةُ الميكانيكِيَّةُ الأُولَى مِنْ صُنْعِ العالِمِ الفَرَنْسِيِّ بليز باسكال عامَ ١٦٤٢. وبِالرَّغْمِ مِنْ مُحاوَلَةِ الكَثيرينَ إِجْراءَ تَحْسيناتٍ عَلَيْها ، فإِنَّ شَيْئًا مِنْ ذٰلِكَ لَمْ يَتَحَقَّقْ حَتّى القَرْنِ التّاسِعَ عَشَرَ. فَفي عامِ ١٨٠١ اخْتَرَعَ الفَرَنْسِيُّ جاكار جِهازًا يَعْمَلُ بِالبِطاقاتِ المُثَقَّبَةِ لِضَبْطِ حَرَكَةِ الخُيوطِ في أَنْوالِ النَّسيجِ. وتَلاهُ البريطانِيُّ تشارلز بابيج بِجِهازِهِ «الآلَةِ التَّحْليلِيَّةِ» الَّذي كانَ بِمَقْدورِهِ إِجْراءُ العَمَلِيّاتِ الحِسابِيَّةِ أُوتوماتِيًّا مُسْتَخْدِمًا البِطاقاتِ المُثَقَّبَةَ – وكانَ هٰذا بِالفِعْلِ أَوَّلَ حاسِبَةٍ رَقْمِيَّةٍ. وفي عامِ ١٨٨٩ ظَهَرَ جِهازُ هولِريت الأَمْريكِيِّ الَّذي اسْتَخْدَمَ البِطاقاتِ أَيْضًا ، لَكِنَّ آلِيَّةَ الحِسابِ فيهِ كانَتْ تُشَغَّلُ بِوَسائِطَ كَهْرَمِغْنَطيسِيَّةٍ. وقَدِ اسْتَمَرَّ اسْتِخْدامُ جِهازِ هولِريت بَعْدَ إِدْخالِ تَحْسيناتٍ شامِلَةٍ عَلَيْهِ حَتّى ظُهورِ الحاسِباتِ الإِلِكْتْرونِيَّةِ وشُيوعِ اسْتِعْمالِها في الخَمْسينِيّاتِ.

وبِظُهورِ حاسِبَةِ التَّكامُلِ العَدَدِيَّةِ الإِلِكْتْرونِيَّةِ «إِنْياك» عامَ ١٩٤٣ (لِحِسابِ جَداوِلِ ضَبْطِ تَسْديدِ المِدْفَعِيَّةِ) ، وظُهورِ الحاسِبَةِ الأُوتوماتِيَّةِ ذاتِ التَّخْزينِ الإِلِكْتْرونِيِّ المُؤَجَّلِ «إِدساك» بَعْدَ ذٰلِكَ بِسِتِّ سَنَواتٍ في جامِعَةِ كمبريدج ، يُمْكِنُنا القَوْلُ إِنَّ الحاسِبَةَ الإِلِكْتْرونِيَّةَ الحَديثَةَ قَدْ ظَهَرَتْ.



حاسِبَةُ باسْكال ١٦٤٢



بِطاقَةٌ مُثَقَّبَةٌ مِنَ الَّتي كانَ يَعْمَلُ بِها جِهازُ بابيج



فارِزَةُ البِطاقاتِ

مُنَظِّمَةُ الجَداوِلِ (مُجَدْوِلَةٌ)

اِثْنَتانِ مِن مَكِنَاتِ هولِريت ١٩٢٤

تَصْمِياتٌ مُخْتَلِفَةٌ لِلْحاسِباتِ

يطلَقُ اسْمُ الحاسِبَةِ (كُمبيُوتَر) على أَنْماطٍ وأَنواعٍ مُتَعَدِّدَةٍ مِنَ المَكَناتِ. وقَدِ اعْتَمَدَتِ الحاسِباتُ الأُولى على الصِّماماتِ ذاتِ الحَجْمِ الكَبيرِ والخَرْجِ الحَرارِيِّ العالي. ومُؤَخَّرًا، اسْتُبْدِلَ التَّرانزِسْتور بالصِّمامِ وتَواصَلَ تَصغيرُ المُقَوِّماتِ، فصارَتِ الحاسِباتُ تُصْنَعُ أَصْغَرَ فأَصْغَرَ، وتَزْدادُ قُدرَتُها أَكْثَرَ فأَكْثَرَ. وقَدْ ساعَدَ في تَسْريعِ هٰذا التَّطويرِ حاجَةُ المَرْكَباتِ الفَضائِيَّةِ المَأْهولَةِ إلى حاسِبَةٍ مُصَغَّرَةٍ (ميني كُمْبيوتَر) فَوْرِيَّةِ الاسْتِجابَةِ لِمَصادِرِ المَعْلوماتِ المُتَعَدِّدَةِ المُخْتَلِفَةِ وقادِرَةٍ في الوَقْتِ نَفْسِهِ على حَلِّ المُعادَلاتِ الحِسابِيَّةِ المُعَقَّدَةِ. وتَسْتَمِرُّ تَطْويرُ هٰذِهِ الحاسِباتِ المُنَمْنَمَةِ إلى جانِبِ تَطْويرِ الحاسِبَةِ الإِطارِيَّةِ الكَبيرَةِ. وقَدْ دَخَلَتِ الحاسِبَةُ الدِّقِّيَّةُ (الميكروكُمبيُوتر) - وهِيَ أَصْغَرُ مِنَ المُنَمْنَمَةِ - مَجالاتِ الحَياةِ اليَوْمِيَّةِ المُخْتَلِفَةِ، فاسْتُخْدِمَتْ في تَضْبيطِ عَمَلِ الغَسّالاتِ والسّاعاتِ وأَدْراجِ النَّقْدِ وخِدْمَةِ صِيانَةِ السَّيّاراتِ، كَمَا في حِساباتِ المَكاتِبِ ورَواتِبِ المُوَظَّفينَ والحاجاتِ المَكْتَبِيَّةِ الأُخْرى.

ومَعَ تَزايُدِ صِغَرِ حَجْمِ الحاسِباتِ وقُدْرَتِها، ازْدادَتِ اسْتِعْمالاتُها وتَوَسَّعَتْ في مَجالاتِ العِلْمِ ودُنْيا الصِّناعَةِ والتِّجارَةِ والعَمَلِ.

وتُصَمَّمُ الحاسِباتُ أَحْيانًا لِأَغْراضٍ مُعَيَّنَةٍ، لِذا تَتَبايَنُ أَنْواعُ هٰذِهِ الحاسِباتِ تَبَعًا لِلْغَرَضِ الَّذي صُمِّمَتْ مِنْ أَجْلِهِ. فالحاسِباتُ الَّتي تُعالِجُ المُعْطَياتِ والمَعْلوماتِ لِأَغْراضِ العِلْمِ أَوِ الصِّناعَةِ أَوِ الأَعْمالِ التِّجارِيَّةِ لَها ميزاتُها ومَعالِمُها الخاصَّةُ بِكُلٍّ مِنْها. وسَنُعالِجُ في الصَّفَحاتِ القادِمَةِ ما يُمْكِنُ اعْتِبارُهُ نَموذَجًا عامًّا لِلْحاسِبَةِ الإِلِكْتُرونِيَّةِ الرَّقْمِيَّةِ والتَّجْهيزاتِ المُلْحَقَةِ بِها والخاصَّةِ بِتَلَقّي المَعْلوماتِ وتَخْزينِها ومِنْ ثَمَّ تَقْديمِها عِنْدَ الحاجَةِ.


حاسِبَةٌ إطارِيَّةٌ كَبيرَةٌ مَعَ مُلْحَقاتِها


حاسِبَةٌ دِقِّيَّةٌ



مُعالَجَةُ المُعْطَياتِ

هُنالِكَ ، كَمَا ذَكَرْنا آنِفًا ، أنْواعٌ مُتَعَدِّدَةٌ جِدًّا مِنَ الحاسِباتِ صُمِّمَ كُلُّ نَوْعٍ مِنْها مِنْ أَجْلِ غَرَضٍ مُعَيَّنٍ . والحاسِبَةُ النَّموذَجِيَّةُ الَّتي سَتُؤَلِّفُ مَوْضوعَ بَحْثِنا هِيَ مِنَ النَّوْعِ الَّذي يَغْلِبُ اسْتِعْمالُهُ مِنْ أَجْلِ مُعالَجَةِ المُعْطَياتِ في مُؤَسَّسَةٍ صِناعِيَّةٍ كَبيرَةٍ حَيْثُ تَكْثُرُ الأَعْمالُ المَكْتَبِيَّةُ الرُّوتينِيَّةُ ، كَإِعْدادِ جَدْوَلِ الرَّواتِبِ الأُسْبوعِيِّ لِلْمُوَظَّفينَ وطَبْعِ أَسْمائِهِمْ واسْتِحْقاقاتِهِمْ عَلى قُصاصاتِ الدَّفْعِ الخاصَّةِ بِكُلٍّ مِنْهُم ، بِالإِضافَةِ إِلى مَسْكِ سِجِلَّاتٍ كامِلَةٍ لِكُلِّ المُسْتَخْدَمينَ ومُداوَمَةِ تَحْديثِ هٰذِهِ السِّجِلَّاتِ كُلَّمَا تَرَكَ بَعْضُهُمُ العَمَلَ أَوِ انْضَمَّ إِلَيْهِ آخَرونَ .

وقَدْ تُسْتَخْدَمُ هٰذِهِ الحاسِبَةُ أَيْضًا لِحِسابِ مَقاديرِ المَوادِّ المُخْتَلِفَةِ اللَّازِمَةِ لإِنْتاجِ المَعْمَلِ أَوِ المَصْنَعِ ، وهٰكَذا تُساعِدُ في جَلْبِ مِئاتِ الأَجْزاءِ وتَقْديمِها إِلى خَطِّ التَّجْميعِ بِالتَّرْتيبِ الصَّحيحِ في الوَقْتِ الصَّحيحِ . ويُمْكِنُ لِلْحاسِبَةِ فَوْقَ ذٰلِكَ القِيامُ بِحِفْظِ سِجِلَّاتٍ بِمَبيعاتِ مُخْتَلِفِ المُنْتَجاتِ وتَقْديرِ المَبيعاتِ المُسْتَقْبَلِيَّةِ المُحْتَمَلَةِ مِنْ كُلِّ صِنْفٍ .

والمُؤَسَّسَةُ تَسْتَخْدِمُ الحاسِبَةَ فَقَطْ إِذا تَحَقَّقَ لَها بِذٰلِكَ كَسْبٌ مُفيدٌ إِمَّا بِزِيادَةِ الإِنْتاجِ أَوْ بِتَقْليصِ الهَدْرِ والضَّياعِ . وقَلَّمَا يَنْتُجُ عَنِ اسْتِخْدامِ الحاسِبَةِ في أَعْمالِ مُؤَسَّسَةٍ ما تَخْفيضًا في عَدَدِ العُمَّالِ فيها – بَلِ الأَرْجَحُ أَنَّهُ بِزِيادَةِ الإِنْتاجِ سَتَزْدادُ الحاجَةُ إِلى العُمَّالِ ضِمْنَ أَقْسامِ هٰذِهِ المُؤَسَّسَةِ نَفْسِها .

الأَجْزاءُ الأَساسِيَّةُ في الحاسِبَةِ

تَتَأَلَّفُ الحاسِبَةُ مِنْ عِدَّةِ وَحَداتٍ مُخْتَلِفَةٍ ، لِكُلٍّ مِنْها وَظيفَتُهُ ، وهي :

وَحْدَةُ المُعالَجَةِ المَرْكَزِيَّةُ

١ وَحْدَةُ التَّحَكُّمِ : تَقومُ هٰذِهِ الوَحْدَةُ بِتَنْسيقِ جَميعِ أَعْمالِ الحاسِبَةِ. فهِيَ الَّتي تُتَرْجِمُ تَعْليماتِ البَرنامَجِ وتُنَفِّذُها.

٢ المَخْزَنُ الرَّئيسِيُّ (مَخْزَنُ النَّفاذِ المُباشِرِ) : يَجْري الوُصولُ إلى هٰذا المُسْتَوْدَعِ بِسُرْعَةٍ فائِقَةٍ ، وحَيْثُ إنَّ العَمَلِيَّةَ إلِكْترونِيَّةٌ ولا تَنْطَوي عَلى أَجْزاءٍ مُتَحَرِّكَةٍ فإنَّ قِراءَةَ المُعْطَياتِ تَجْري في بِضْعَةِ أَجْزاءٍ مِنْ أَلْفِ مَلْيونٍ مِنَ الثّانِيَةِ.

٣ وَحْدَةُ الحِسابِ : وفيها تَجْري العَمَلِيّاتُ الحِسابِيَّةُ والعَمَلِيّاتُ المَنْطِقِيَّةُ المُتَضَمِّنَةُ انْتِقاءَ المَعْلوماتِ وتَصْنيفَها ومُقارَنَتَها.

٤ السِّجِلّاتُ : وهِيَ مَخازِنُ صَغيرَةٌ تَحْفَظُ المُعْطَياتِ المُرادَ مُعالَجَتُها في العَمَلِيَّةِ الحِسابِيَّةِ وتَتَخَلّى عَنْها عِنْدَ تَلَقّي التَّعْليماتِ بِذٰلِكَ. ويُمْكِنُ فيها أَيْضًا نَقْلُ المُعْطَياتِ مِنْ سِجِلٍّ إلى آخَرَ.

وَحْدَةُ الدَّخْلِ

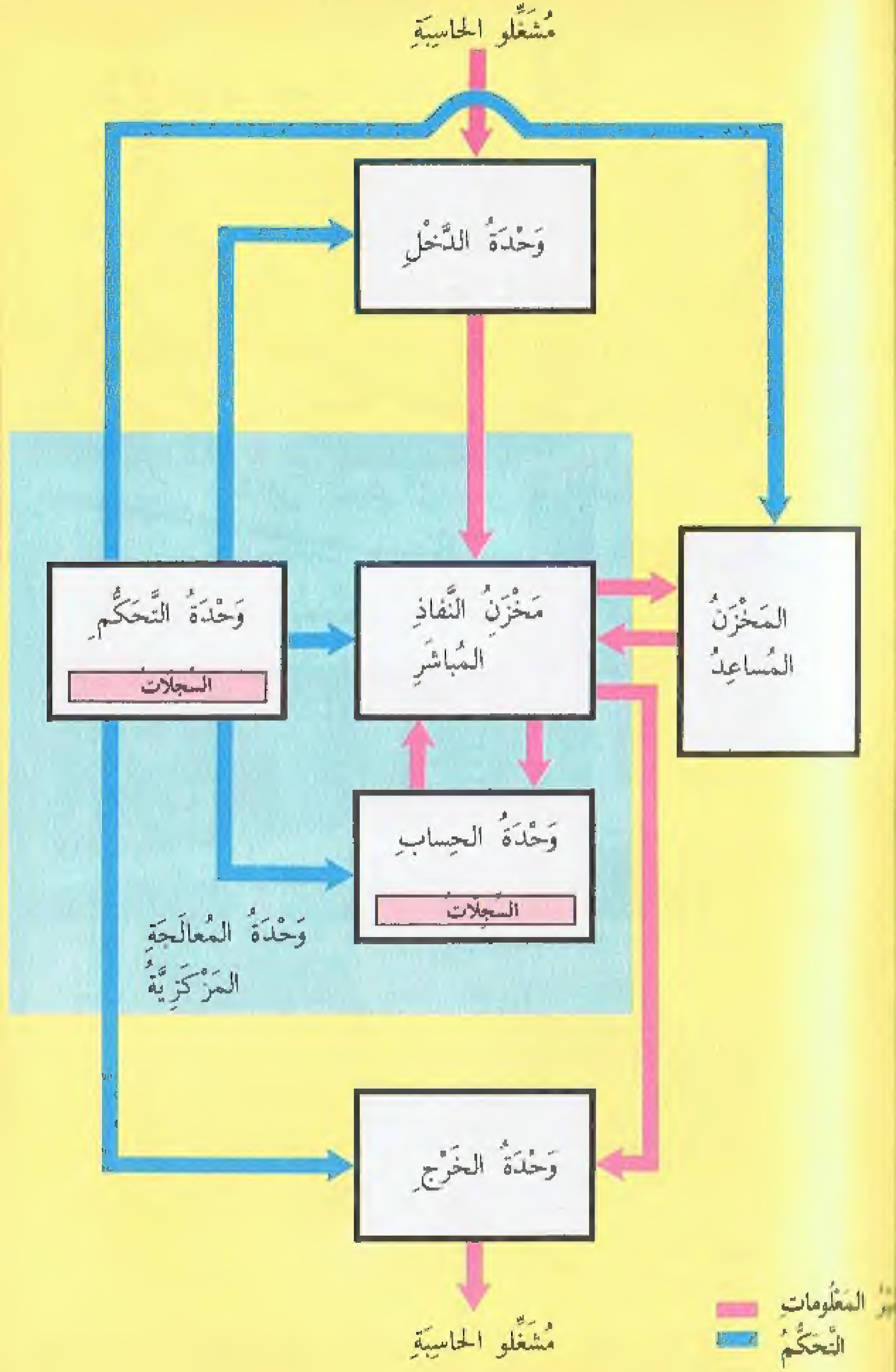
وهِيَ تَقْرَأُ المَعْلوماتِ المُرادَ اخْتِزانُها في الحاسِبَةِ وتُحَوِّلُها إلى نَسَقٍ كَهْرَبائِيٍّ يُمْكِنُ اسْتِخْدامُهُ في العَمَلِيّاتِ الحِسابِيَّةِ فيما بَعْدُ.

المَخْزَنُ المُساعِدُ

وفيهِ يَجْري اخْتِزانُ المَعْلوماتِ بِشَكْلٍ دائِمٍ مُسَجَّلَةً عادَةً عَلى مَوادَّ مِغْنَطيسِيَّةٍ. ويَحْوي المَعْلوماتِ الَّتي تَسْتَطيعُ الحاسِبَةُ مُعالَجَتَها أَوْ تَداوُلَها.

وَحْدَةُ الخَرْجِ

وهِيَ تُقَدِّمُ نَتائِجَ عَمَلِ الحاسِبَةِ مَطْبوعَةً غالِبًا ، كَما في قُصاصَةِ دَفْعِ الرّاتِبِ ، أَوْ مُسَجَّلَةً عَلى بِطاقَةٍ أَوْ عَلى شَريطٍ مِغْنَطيسِيٍّ أَوْ أُسْطُوانَةٍ أو عَلى لَفيفَةٍ (كاسيت) ، أَوْ مَعْروضَةً عَلى شاشَةٍ تِلِفِزْيونِيَّةٍ.



ضَمُّ الأَجْزاءِ في الحاسِبَةِ

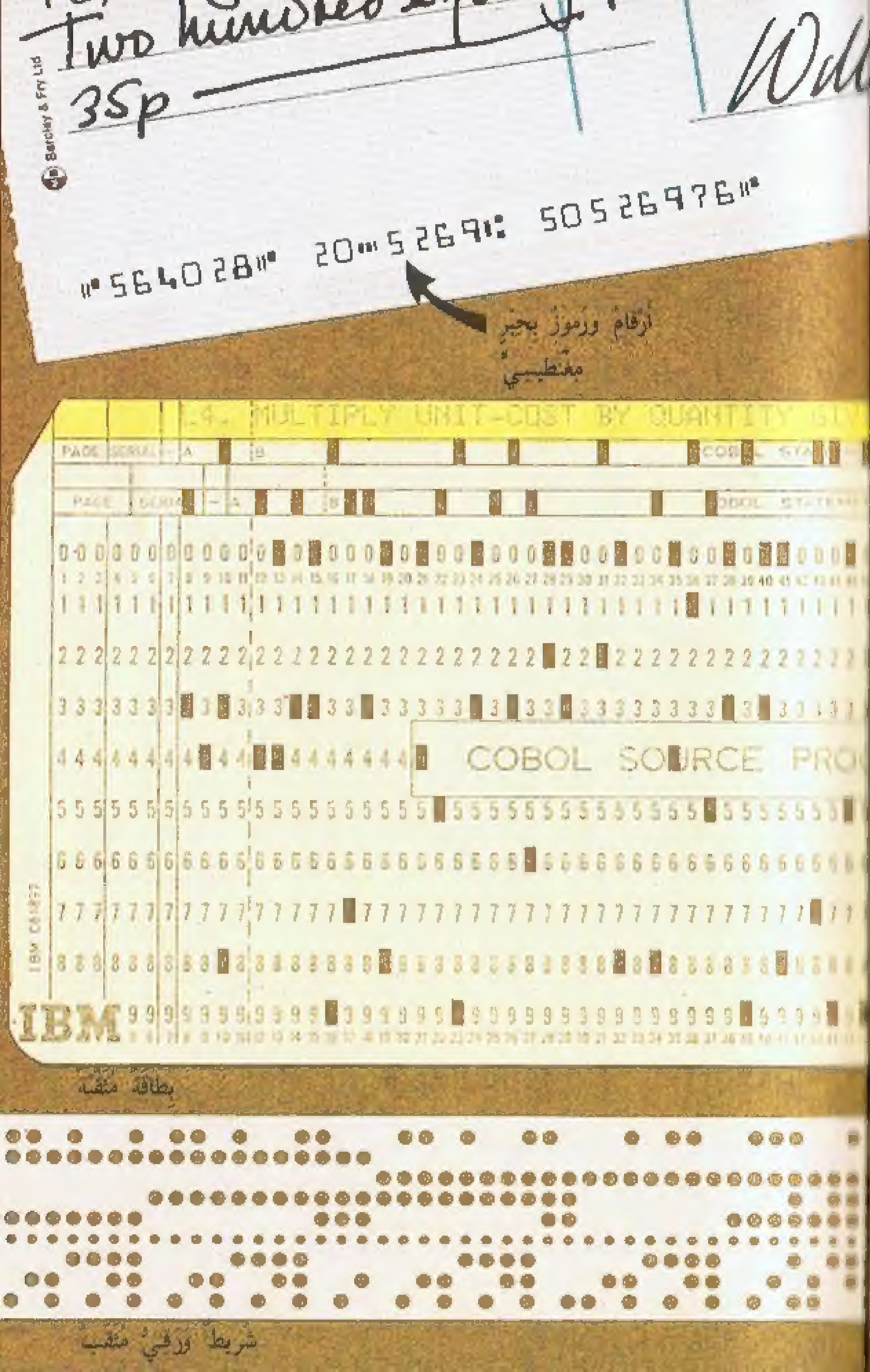
يُؤَلِّفُ المَخْزَنُ الرَّئيسِيُّ مع وَحْدَتَي الحِسابِ والتَّحَكُّمِ ومَجْموعَةٌ مِنَ السِّجِلّاتِ ما يُسَمَّى بِالمُعالِجِ المَرْكَزِيِّ. وتُحيطُ بِالمُعالِجِ المَرْكَزِيِّ وَحْدَتا الدَّخْلِ والخَرْجِ ووَحْدَةُ المَخْزَنِ المُساعِدِ، وهٰذِهِ تُدْعَى الوَحَداتِ المُحيطِيَّةَ أَوِ الطَّرَفِيَّةَ، وبِإِمْكانِ بَعْضِ هٰذِهِ الوَحَداتِ تَزْويدُنا بالدَّخْلِ والخَرْجِ مَعًا كَما في وَحَداتِ العَرْضِ البَصَرِيِّ (و. ع. ب).

ويُمْكِنُ اسْتِعْراضُ الطَّريقَةِ الَّتي تَعْمَلُ بِها الحاسِبَةُ بِشَكْلٍ عامٍّ كَما يَلي: تُغَذَّى الحاسِبَةُ بِالمَعْلوماتِ عَلى شَكْلِ رُموزٍ مُعَيَّنَةٍ عَبْرَ وَحْدَةِ الدَّخْلِ حَيْثُ تَقْرَأُها آلِيَّةٌ خاصَّةٌ وتُحَوِّلُها إلى سِلْسِلَةِ نَبَضاتٍ كَهْرَبائِيَّةٍ. وتَقومُ الحاسِبَةُ بِتَسْجيلِ هٰذِهِ المَعْلوماتِ (النَّبَضاتِ) ونَقْلِها إلى وَحْدَةِ تَخْزينٍ. والمَعْلوماتُ المُخْتَزَنَةُ هِيَ عَلى نَوْعَيْنِ – مُعْطَياتٍ أَوْ تَعْليماتٍ (أَوامِرَ)، وتُؤَلِّفُ قائِمَةُ التَّعْليماتِ بَرْنامَجًا.

عِنْدَ البَدْءِ بِالبَرْنامَجِ تَنْتَقِلُ المُعْطَياتُ إلى وَحْدَةِ الحِسابِ حَيْثُ تُجْرَى عَلَيْها العَمَلِيّاتُ الحِسابِيَّةُ بِسُرْعَةٍ عالِيَةٍ جِدًّا. وتَقومُ وَحْدَةُ التَّحَكُّمِ بِمُراقَبَةِ جَميعِ العَمَلِيّاتِ الَّتي تَجْري داخِلَ الحاسِبَةِ.

ويَتأَلَّفُ المُعالِجُ المَرْكَزِيُّ مِنْ عِدَّةِ آلافٍ مِنَ التَّرانْزِسْتوراتِ بِالإِضافَةِ إلى مُقَوِّماتٍ كَهْرَبائِيَّةٍ أُخْرَى. أَمّا الوَحَداتُ المُحيطِيَّةُ فَهِيَ في العادَةِ أَجْهِزَةٌ ميكانيكِيَّةٌ تُدارُ بِالكَهْرَباءِ.





شَفْرَةُ (رُموزُ) الحاسِبَةِ

يَسْتَطيعُ النّاسُ قِراءَةَ ما يَكْتُبُهُ الآخرونَ وتَفَهُّمَ فَحْواهُ ، كَما يَسْتَطيعونَ أَيْضًا التَّفاهُمَ بِالكَلِمَةِ المَحْكِيَّةِ. وتَسْتَطيعُ الحاسِباتُ المُخْتَلِفَةُ تَلَقِّي أَساليبِ دَخْلٍ مُتَبايِنَةٍ وشَفَراتِ رُموزٍ مُخْتَلِفَةٍ كَما يَكْتُبُ النّاسُ ويَتَكَلَّمونَ بِلُغاتٍ مُخْتَلِفَةٍ. ولَمّا كانَتِ الحاسِبَةُ بِلا عَقْلٍ مُفَكِّرٍ فإِنَّهُ يَنْبَغي تَغْذِيَتُها بِالمَعْلوماتِ بِطَريقَةٍ خاصَّةٍ – بِواسِطَةِ الشَّفْرَةِ (الرُّموزِ).

وطَرائِقُ الدَّخْلِ الأَكْثَرُ اسْتِعْمالًا في تَقْديمِ الشَّفْرَةِ لِلحاسِبَةِ هِيَ وَحْدَةُ العَرْضِ البَصَرِيِّ (و. ع. ب.) والبِطاقاتُ المُثَقَّبَةُ والشَّريطُ المِغْنَطيسِيُّ أَوِ الوَرَقِيُّ وقارِئاتُ الوَثائِقِ. وتَحْمِلُ البِطاقاتُ أَوِ الشَّريطُ الوَرَقِيُّ ثُقوبًا دَقيقَةً بِأَنْماطٍ مُحَدَّدَةٍ عَلى أَعْمِدَةٍ في البِطاقَةِ أَوْ عَلى اتِّساعِ عَرْضِ الشَّريطِ الوَرَقِيِّ. ويُمَثِّلُ النَّسَقُ مِنْ هٰذِهِ الثُّقوبِ حَرْفًا أَوْ رَقْمًا. أَمّا الأَشْرِطَةُ المِغْنَطيسِيَّةُ والأُسْطواناتُ فَتُسَجَّلُ مِنْ جِهازٍ يُشْبِهُ الآلَةَ الكاتِبَةَ العادِيَّةَ.

أَمّا قارِئَةُ الوَثائِقِ فَتُمَكِّنُ الحاسِبَةَ مِنْ قِراءَةِ المَعْلوماتِ الَّتي يَفْهَمُها النّاسِ ، كَما في الشّيكاتِ وفَواتيرِ الكَهْرَباءِ. ويُمْكِنُ كِتابَةُ الأَرْقامِ أَوِ الأَحْرُفِ عَلى فَواتيرِ الكَهْرَباءِ بِاليَدِ وتَقْديمُها لِتَقْرَأَها الحاسِبَةُ ، كَما تُطْبَعُ شيكاتُ المَصارِفِ مُسْبَقًا بِأَرْقامٍ أَوْ رُموزٍ بِحِبْرٍ مِغْنَطيسِيٍّ. ومِنَ الأَمْثِلَةِ عَلى الشَّفَراتِ الَّتي يُمْكِنُ لِلأَشْخاصِ قِراءَتُها النَّوْعُ الَّذي تَسْتَخْدِمُهُ وَحْدَةُ العَرْضِ البَصَرِيِّ (و. ع. ب.).

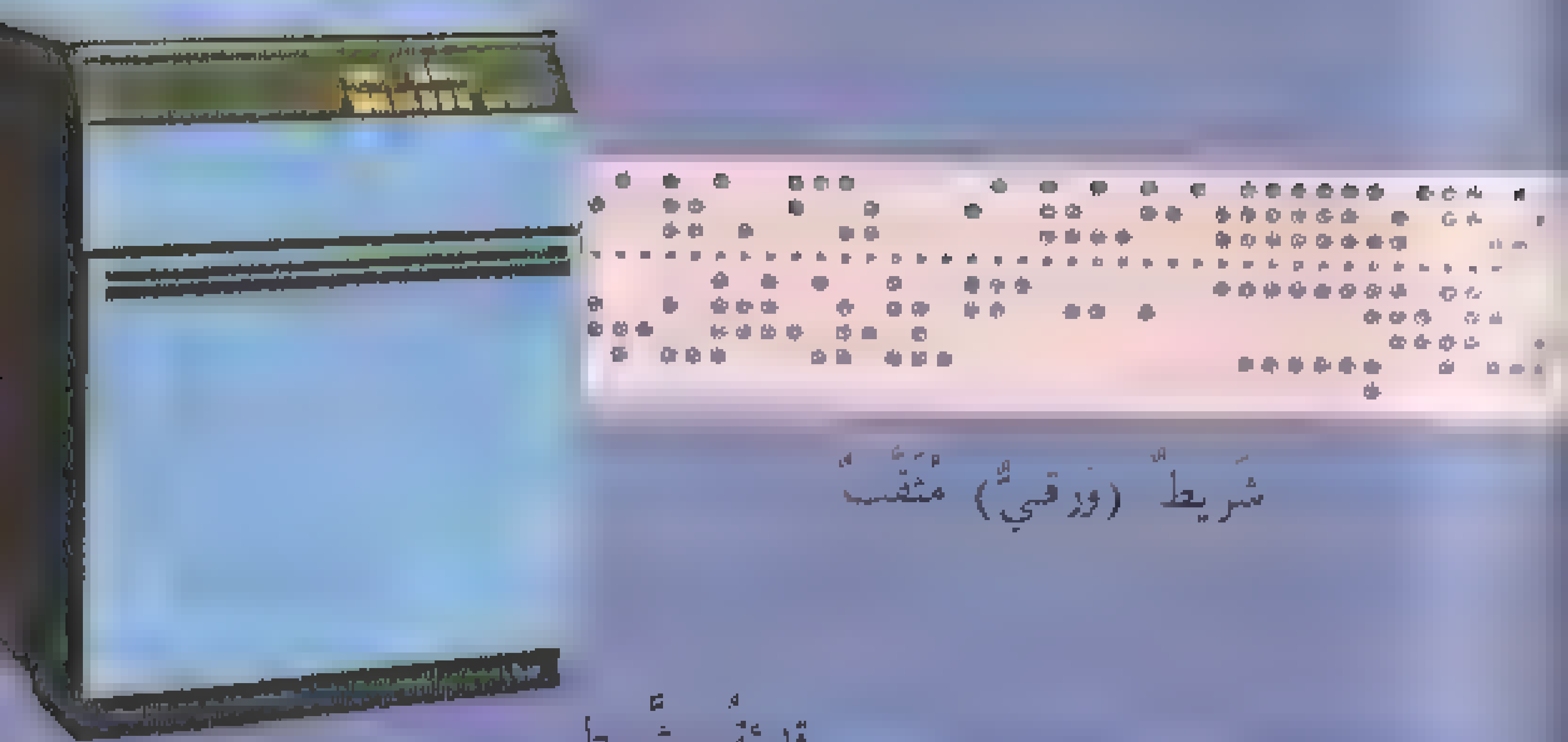
وَحْدَةُ الدَّخْلِ

تُوضَعُ البِطاقاتُ (أَوِ الشَّريطُ الوَرَقِيُّ) المُثَقَّبَةُ في وَحْدَةِ الدَّخْلِ بالحاسِبَةِ. وهُنا تَقومُ آلِيَّةُ القِراءةِ في الحاسِبَةِ بتَرْجَمَةِ أَنْماطِ الثُّقوبِ المُحَدَّدَةِ إلى نَبَضاتٍ كَهْرَبائِيَّةٍ.

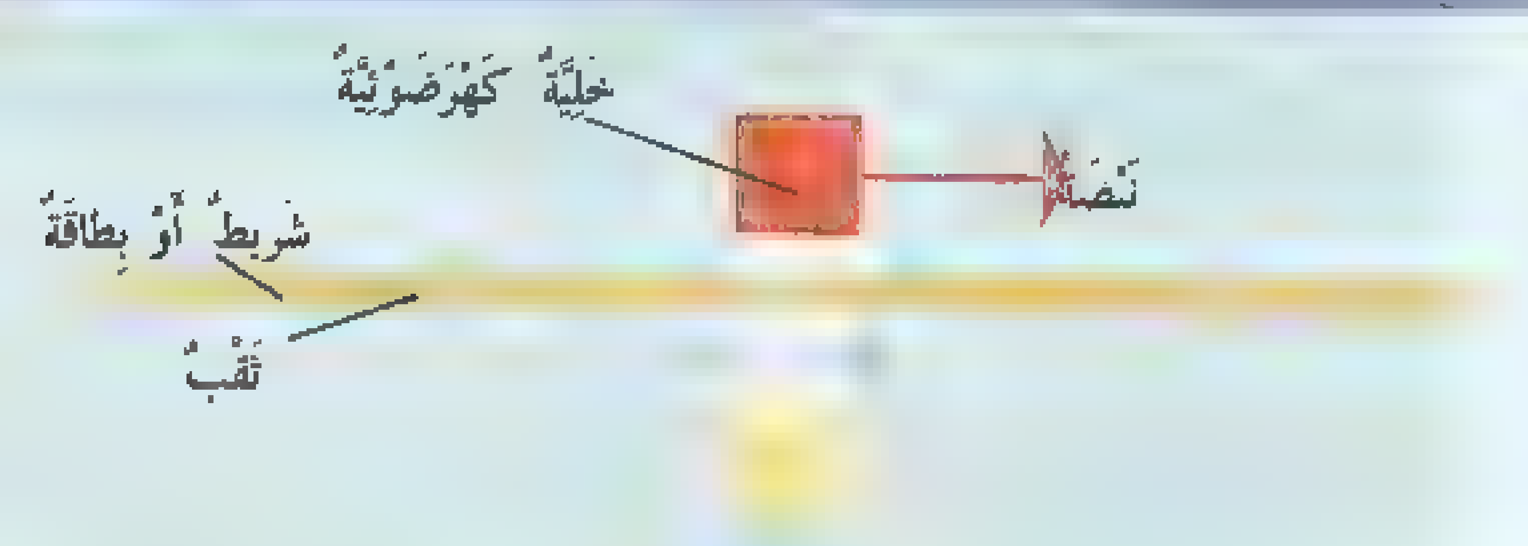
تُقْرَأُ البِطاقات بِمُعَدَّلِ ١٠٠٠ بِطاقَةٍ في الدَّقيقَةِ، وعَلى الشَّريطِ الوَرَقِيِّ تُقارِبُ السُّرْعَةُ ١٠٠٠ رَقْمٍ في الثّانِيَةِ. وكِلْتا وَسيلَتَي القِراءةِ تُعْتَبَرُ بَطيئَةً بالنِّسْبَةِ لِسُرْعاتِ المُعالَجَةِ الَّتي تُقاسُ بالنّانوثانِيَةِ (جُزْءٌ مِنْ أَلْفِ مِلْيونٍ مِنَ الثّانِيَةِ). وقَدْ تَجْري القِراءَةُ بالضَّوْءِ المُتَسَرِّبِ عَبْرَ الثُّقوبِ لِيَسْقُطَ عَلى طَبَقَةٍ مِنَ الخَلايا الكَهْرَضَوئِيَّةِ الَّتي تُحَوِّلُ النُّقَطَ الضَّوْئِيَّةَ إلى نَبَضاتٍ. أَوْ قَدْ تُمَرَّرُ البِطاقاتُ بَيْنَ أُسْطُوانَةٍ مُوصِلَةٍ بِكَهْرَباءٍ وسِلْسِلَةٍ مِنَ المُلامِساتِ السِّلْكِيَّةِ الدَّقيقَةِ، فَحَيْثُ الثُّقوبُ، تَمَسُّ المُلامِساتُ المُوصِلَ مَسًّا لَحْظِيًّا فَتَنْبَعِثُ نَبْضَةٌ كَهْرَبائِيَّةٌ إلى آلِيَّةِ القِراءةِ، بَيْنَما لا تَنْبَعِثُ نَبْضَةٌ حَيْثُ لا ثُقوبَ. وهكَذا، يَتَحَوَّلُ النَّمَطُ المُرَمَّزُ إلى سِلْسِلَةِ نَبَضاتٍ ولانَبَضاتٍ.

وَيُمْكِنُ لأَجْهِزَةِ قِراءةِ الوَثائِقِ أَوْ تَعَرُّفِ الأَرْقامِ اسْتِخْدامُ الحِسِّ الكَهْرَضَوئِيِّ بِتَمْييزِ أَشْكالِ الأَرْقامِ أَوِ الرُّموزِ المَكْتوبَةِ كَما في الفَواتيرِ الكَهْرَبائِيَّةِ. وفي الشّيكاتِ يَتَبَيَّنُ النَّمَطُ المِغْنَطيسِيُّ بالرَّقْمِ أَوِ الرَّمْزِ المُسَجَّلِ عَلَيْهِ. وهذِهِ الأَجْهِزَةُ تُهَيِّئُ وَسيلَةً دَقيقَةً لِقِراءةِ المُعْطَياتِ ولكِنَّها لا تَسْمَحُ بالإِدْخالِ المُباشِرِ إلى الحاسِبَةِ - فهذِهِ المُعْطَياتُ يُسَجِّلُها أَوَّلًا عامِلٌ مُسْتَخْدِمًا لَوْحَةَ مَفاتيحَ كَالَّتي في الآلَةِ الكاتِبَةِ العادِيَّةِ.

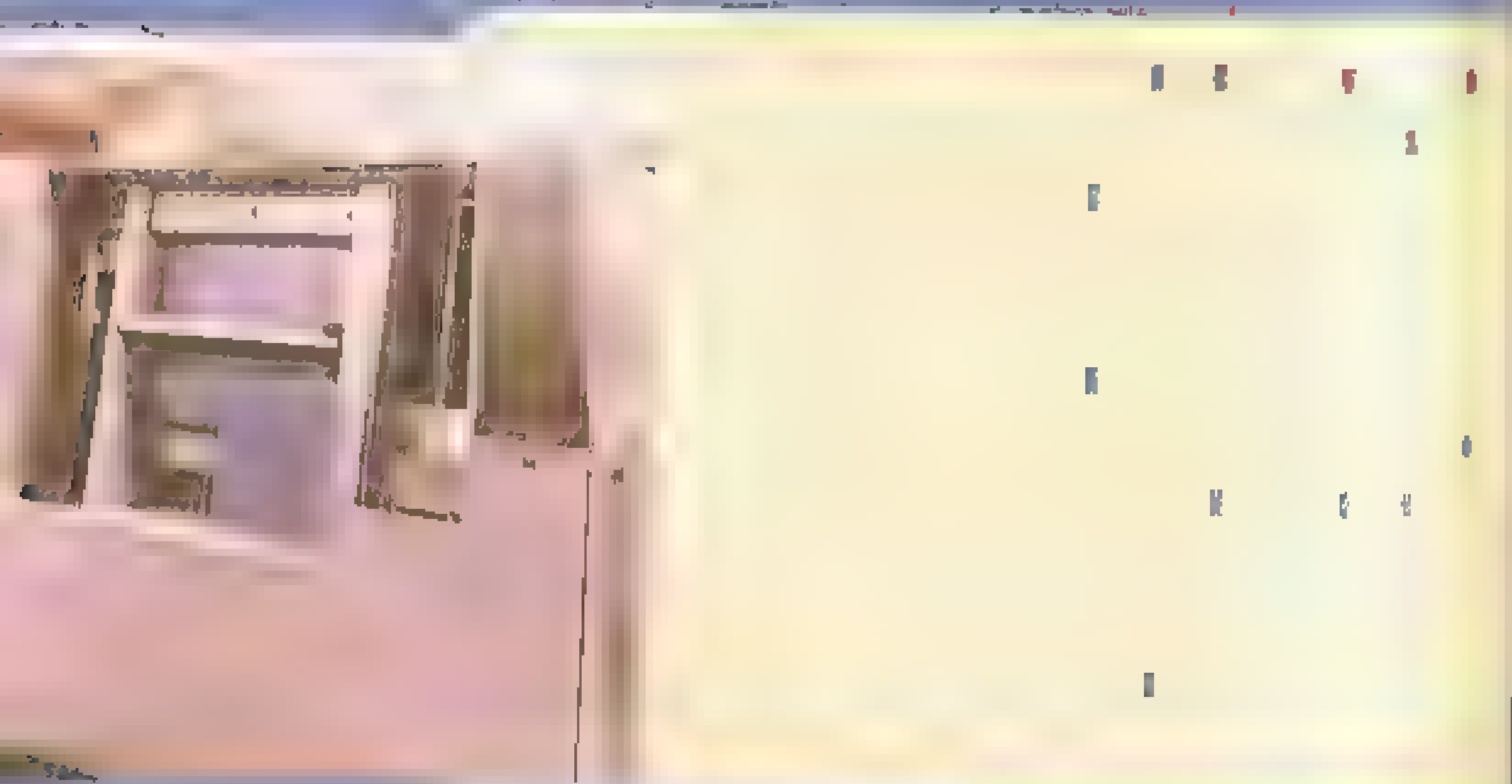
وَمِنْ وَسائِلِ الإِدْخالِ المُهِمَّةِ إلى الحاسِبَةِ وَحْدَةُ العَرْضِ البَصَرِيِّ (و. ع. ب.) المُجَهَّزَةُ بِلَوْحَةِ مَفاتيحَ كَالآلَةِ الكاتِبَةِ، حَيْثُ تَظْهَرُ المُعْطَياتُ المُدْخَلَةُ عَلى سِتارِ الوَحْدَةِ لِلتَّحَقُّقِ مِنْ دِقَّتِها وَصِحَّتِها قَبْلَ التَّسْجيلِ.



قارِئَةُ شَريطٍ



قِراءَةُ الشَّريطِ أَوِ البِطاقَةِ



بِطاقَةٌ ذاتُ ٨٠ عَموداً

قارِئَةُ البِطاقاتِ

تَسْجيلُ المَعْلوماتِ عَلى سُطوحٍ مِغْنَطيسِيَّةٍ

إنَّ أَساليبَ تَغْذِيَةِ الحاسِبَةِ بِالمَعْلوماتِ بِواسِطَةِ البِطاقاتِ والوَثائِقِ هِيَ طُرُقٌ مُجَرَّبَةٌ وناجِحَةٌ . وقَدْ تَزايَدَ مُؤَخَّرًا اسْتِخْدامُ مُوادَّ أُخْرى كَالأَشْرِطَةِ المِغْنَطيسِيَّةِ واللَّفائِفِ (الكاسيتات) ولِأُسَيْطيناتِ (الأُسْطُواناتِ المَرِنَةِ الصَّغيرَةِ الشَّبيهَةِ بِأُسْطُواناتِ الغرامُوفُون) .

وتَمْتازُ لِوَسائِلِ المِغْنَطيسِيَّةُ بِميزاتٍ عِدَّةٍ ، فَهِيَ أَمْتَنُ مِنَ الوَرَقِ ويُمْكِنُ رَكْمُ المَعْلوماتِ فيها بِكَثافَةٍ كَما يَسْهُلُ إِزالَتُها ، وهِيَ إلى ذَلِكَ أَفْضَلُ بِتَداوُلٍ مِنَ الوَرَقِ أَوِ البِطاقاتِ . ولَعَلَّ ميزَتَها الفُضْلى هِيَ أَنَّهُ يُمْكِنُ تَغْييرُ المُعْطَياتِ أَوْ حَذْفُها عَلى الشَّريطِ او الأُسَيْطينَةِ نَفْسَيْهِما .

فالمَعْلوماتُ عَلى القيمَةِ الظّاهِرَةِ في الصَّفْحَةِ المُقابِلَةِ مُسَجَّلَةٌ عَلى شَكْلِ بُقَعٍ مِغْنَطيسِيَّةٍ مُرَتَّبَةٍ بِأَنْماطٍ تُمَثِّلُ رُموزًا أَوْ أَرْقامًا . وعِنْدَ قِراءَةِ اللَّفيفَةِ يُماسُّ سَطْحُها الرُّؤوسَ القارِئَةَ الكاتِبَةَ وهِيَ سِلْسِلَةُ مِلَفّاتٍ دَقيقَةٍ تُسَجِّلُ (تُكْتُبُ) بِهِ المَعْلوماتُ أَوْ تَسْتَعيدُ (تَقْرَأُ) .

ويَتِمُّ التَّسْجيلُ عَلى الأُسَيْطينَةِ بِطَريقَةٍ مُماثِلَةٍ ، إلّا أَنَّ التَّسْجيلَ يَجْري في مَساراتٍ دائِرِيَّةٍ مُتَمَرْكِزَةٍ عَلى سَطْحَيْها وأَحْيانًا يُسْتَخْدَمُ سَطْحٌ واحِدٌ مِنَ الأُسَيْطينَةِ ، بَيْنَما يُسْتَخْدَمُ السَّطْحانِ كِلاهُما في بَعْضِ المُعَدّاتِ لِتَسْجيلِ المَعْلوماتِ .

(راجِع الصَّفْحَةَ ٤٤ لِمَزيدٍ مِنَ المَعْلوماتِ)



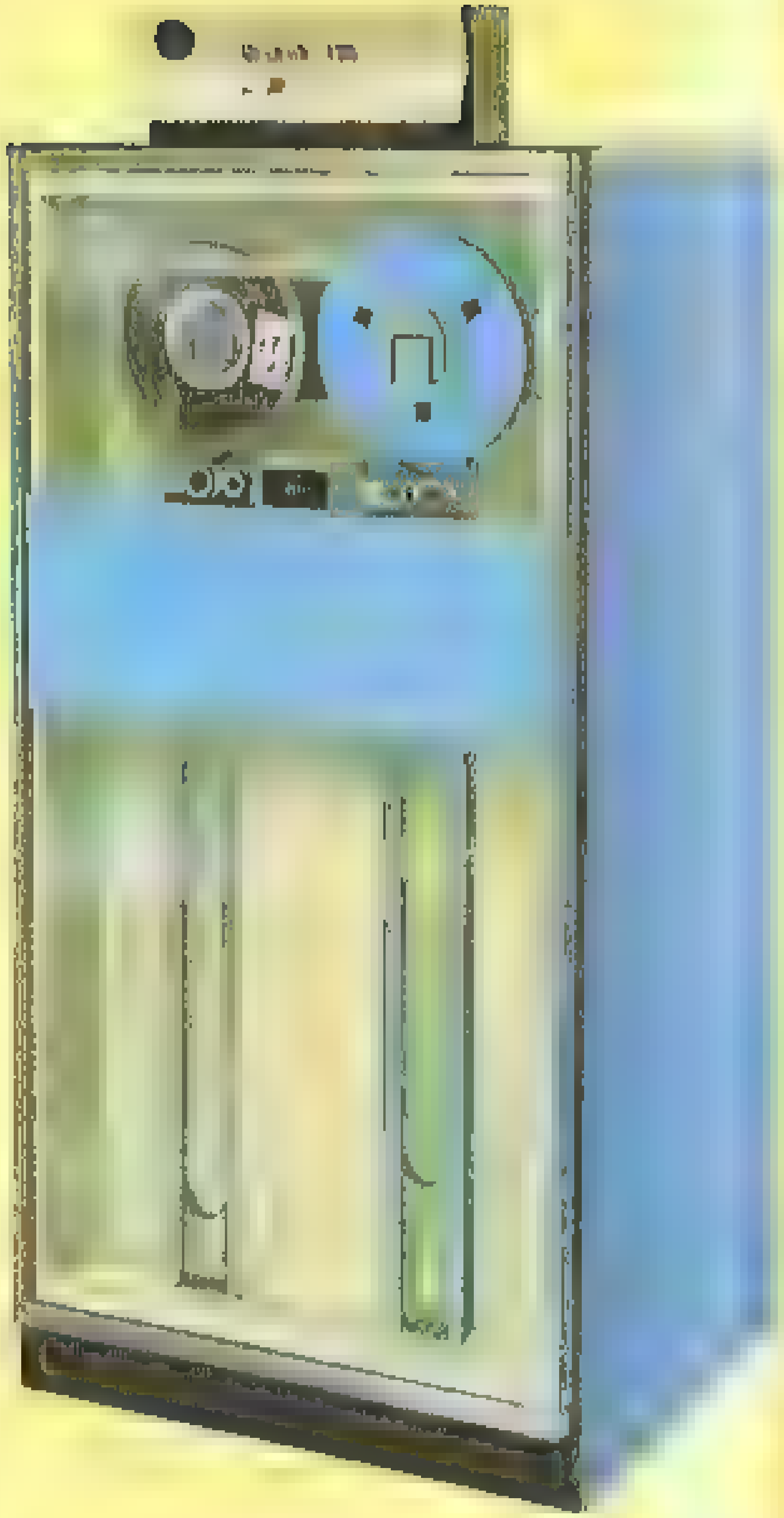


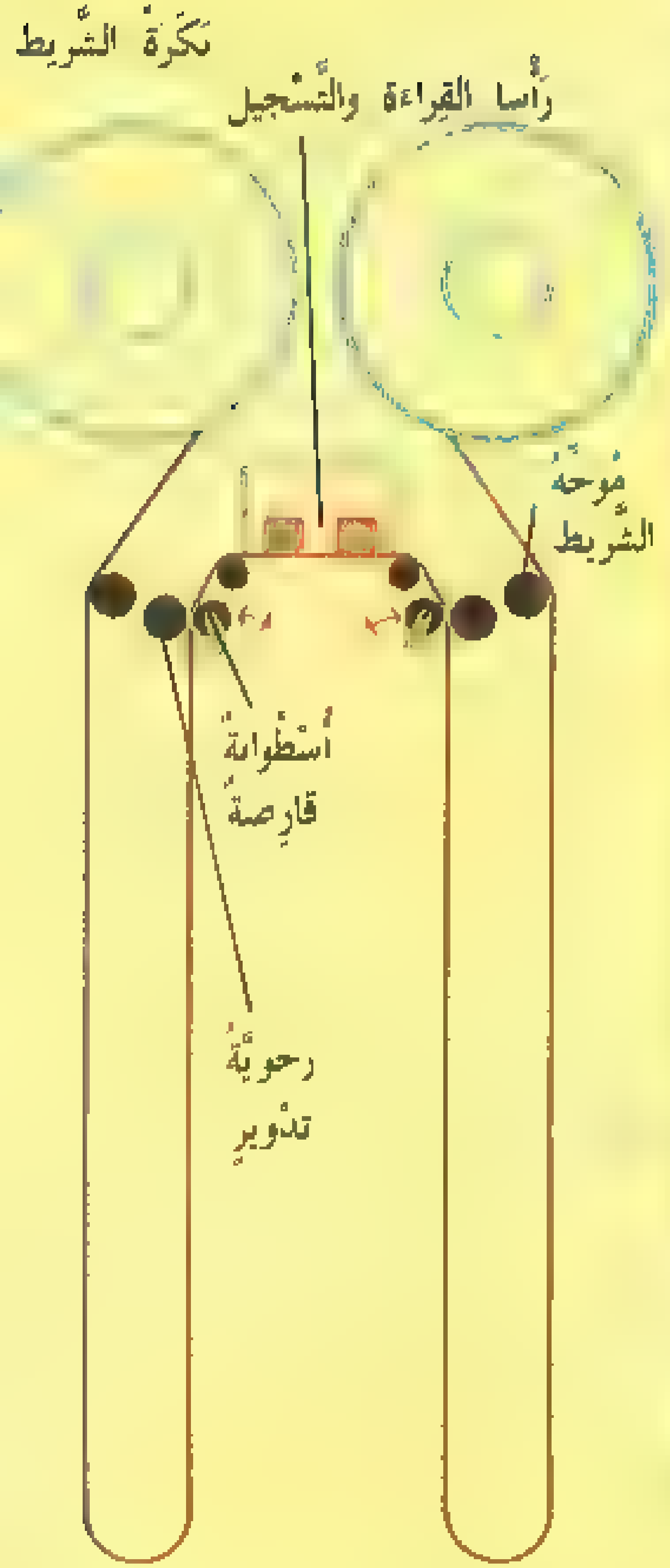


تَشْغِيلُ وَحْدَةِ الشَّرِيطِ المِغْنَطِيسِيِّ

يُمْكِنُ اسْتِخْدامُ الشَّرِيطِ المِغْنَطِيسِيِّ لإِدْخالِ المَعْلُوماتِ إلى الحاسِبَةِ أَوْ إِخْراجِها مِنْها أَوِ اخْتِزانِها فيها. ويَتَّسِعُ الشَّرِيطُ، كَحَدٍّ أَقْصَى، لِتِسْعَةِ صُفُوفٍ مِنَ النُّقَعِ المِغْنَطِيسِيَّةِ، لِكُلِّ صَفٍّ (أَوْ مَسارٍ) مِنْها رَأْسا كِتابَةٍ وقِراءَةٍ خاصّانِ مِنْ أَجْلِ تَسْجِيلِ المَعْلُوماتِ أَوِ اسْتِعادَتِها. ويَتَحَوَّلُ الشَّرِيطُ مِنْ بَكَرَةٍ إلى أُخْرَى حَسَبَ الحاجَةِ إلى المَعْلُوماتِ لِمُعالَجَةِ في الحاسِبَةِ. لِذا يَسْعَي تَجْهِيزُ الحاسِبَةِ بِآلِيَّةِ وَقْفٍ وتَدْوِيرٍ دَقِيقَةٍ تَتَأَلَّفُ عادَةً مِنْ رَحَوِيَّةِ تَدْوِيرٍ مُسْتَمِرَّةِ الحَرَكَةِ و أُسْطُوانَةٍ قارِصَةٍ لِمَرْكَزَةِ الشَّرِيطِ (أُنْظُرِ الشَّكْلَ). ولا يُمْكِنُ التَّسْجِيلُ عَلَى الشَّرِيطِ أَوْ قِراءَتُهُ قَبْلَ بُلُوغِهِ السُّرْعَةَ الكامِلَةَ. لِذَلِكَ لا تُسَجَّلُ المَعْلُوماتُ في مَسْرًى طَوِيلٍ مُتَّصِلٍ بَلْ في مَجْمُوعاتٍ أَوْ كُتَلٍ تَفْصِلُ بَيْنَ الواحِدَةِ والأُخْرَى فُسْحَةٌ تَسْتَغْرِقُ فَتْرَةَ التَّوَقُّفِ والتَّدْوِيرِ. ويَبْلُغُ طُولُ هٰذِهِ الفُسْحَةِ ما بَيْنَ مَجْمُوعَتَيْنِ حَوالَى ٢,٥ سَنْتِيمِتْرًا.

وتُشَغَّلُ مُحَرِّكاتُ إِدارَةِ الشَّرِيطِ كَهْرَبائِيًّا، وهِيَ مُهَيَّأَةٌ لِضَمانِ دَوَرانِ الشَّرِيطِ بِسُرْعَةٍ ثابِتَةٍ ولإِمْكانِيَّةِ التَّوَقُّفِ أَوْ عَوْدَةِ الدَّوَرانِ في وَقْتٍ قَصِيرٍ جِدًّا. وبِالفِعْلِ فَإِنَّ تَسارُعَ الشَّرِيطِ مِنْ سُرْعَةِ ٢,٥ سم في الثّانِيَةِ إلى سُرْعَتِهِ العادِيَّةِ (حَوالَى ١٩١ سم في الثّانِيَةِ) يَتِمُّ في مَدًى لا يَزِيدُ عَلَى جُزْأَيْنِ (أَوْ ثَلاثَةِ أَجْزاءٍ) في الأَلْفِ مِنَ الثّانِيَةِ. ويَسْتَغْرِقُ التَّناقُصُ والتَّوَقُّفُ الزَّمَنَ نَفْسَهُ كَذَلِكَ.

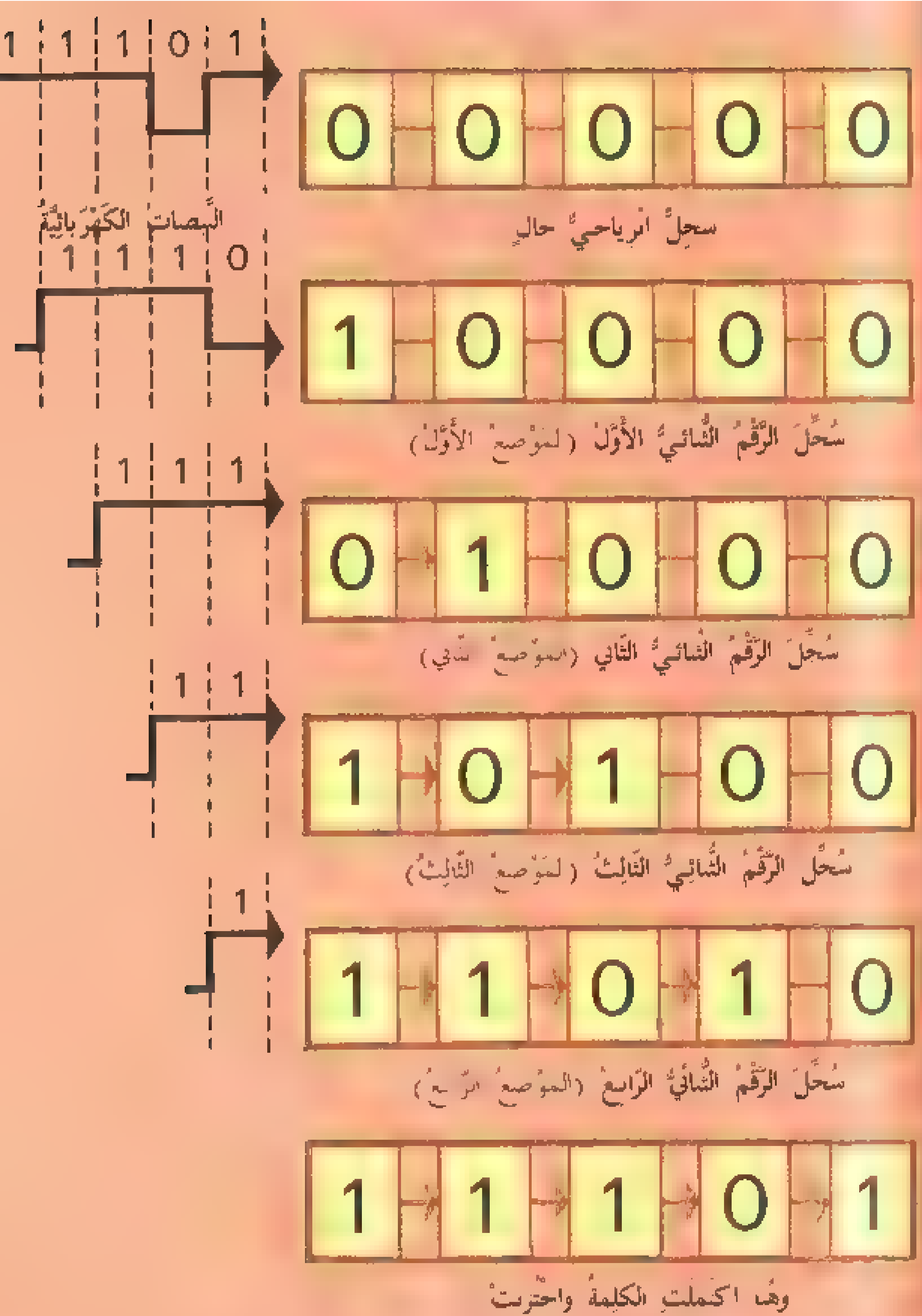




تَعْمَلُ الأُنْشُوطَتانِ في الشَّرِيطِ عَلَى مَنْعِ تَأَثُّرِ عَمَلِيَّتَيِ التَّوَقُّفِ والدَّوَرانِ بِعَطالَةِ البَكَرَتَيْنِ



شَرِيطٌ مِغْنَطِيسِيٌّ تُساعِيُّ المَسالِكِ



الكَلِمَةُ ١١١٠١ ذاتُ الأَرْقامِ الثُّنائِيَّةِ الخَمْسَةِ وقَدْ سُجِّلَتْ وخُزِنَتْ في سِجِلٍّ انْزِياحِيٍّ

التَّشْفيرُ أَوِ التَّرْميزُ (كِتابَةُ الشَّفْرَةِ أَوِ الرُّموزِ)

يَجْري تَسْجيلُ النَّبَضاتِ الكَهْرَبائِيَّةِ المُنْبَعِثَةِ مِنْ آلِيَّةِ القِراءَةِ في الحاسِبَةِ كَهْرَبائِيًّا. وهذا يَعْني تَسْجيلَ المَعْلوماتِ المُمَثَّلَةِ بِهذِهِ النَّبَضاتِ واخْتِزانَها في سِجِلٍّ أَوْ مَخْزَنٍ كَهْرَبائِيٍّ لِلرُّجوعِ إِلَيْها عِنْدَ الحاجَةِ في عَمَلِيَّةٍ حِسابِيَّةٍ أَوْ سِواها. وهٰذا شَبيهٌ نَوْعًا بِالذّاكِرَةِ البَشَرِيَّةِ الَّتي تُخْتَزَنُ فيها المَعْلوماتُ اسْتِعْدادًا لِاسْتِحْضارِها عِنْدَ الحاجَةِ.

وقَدْ عَرَضْنا سابِقًا أُسْلوبَ تَشْفيرٍ مُلائِمٌ لِلْحاسِبَةِ الرَّقْمِيَّةِ يَسْتَخْدِمُ نَوْعَيْنِ مِنَ التَّعْبيراتِ فَقَطْ ـ هُما النَّبْضُ واللاَّنَبْضُ. ويُعْرَفُ هذا بِالأُسْلوبِ الثُّنائِيِّ (أُنْظُرْ صَفْحَةَ ٣٦) وتُمَثَّلُ فيهِ المَعْلوماتُ بِالأَرْقامِ ـ مَثَلاً «النَّبْضُ» = ١، «اللاَّنَبْضُ» = صِفْرٌ (٠).

ويُبَيِّنُ الرَّسْمُ المُقابِلُ كَيْفِيَّةَ تَحْويلِ مِثْلِ هذِهِ المَعْلوماتِ مِنْ آلِيَّةِ القِراءَةِ إِلى سِجِلٍّ. والسِّجِلُّ الظّاهِرُ هُوَ سِجِلٌّ انْزِياحِيٌّ وسَبَبُ تَسْمِيَتِهِ بِذلِكَ أَنَّ وُصولَ النَّبْضَةِ الأُولى (أَوِ اللاَّنَبْضِ) يُزيحُ المَعْلوماتِ المُخْتَزَنَةَ أَصْلاً عَلى السِّجِلِّ مَوْقِعًا واحِدًا إِلى اليَمينِ. (في الحالَةِ المُبَيَّنَةِ نَبْدَأُ بِالسِّجِلِّ خالِيًا) وهكَذا يَتَوافَرُ مَوْقِعٌ خالٍ في أَقْصى اليَسارِ لِتُسَجَّلَ فيهِ النَّبْضَةُ الَّتي اسْتَثارَتِ الزَّحْزَحَةَ. وتَتَكَرَّرُ هٰذِهِ العَمَلِيَّةُ عِنْدَ وُصولِ كُلِّ إِشارَةِ نَبْضٍ أَوْ لانَبْضٍ حَتّى يَمْتَلِئَ السِّجِلُّ بِكامِلِهِ.

لَقَدْ ذَكَرْنا سابِقًا أَنَّ «القِراءَةَ» هِيَ تَلَقّي المَعْلوماتِ المُرَمَّزَةِ مِنَ البِطاقاتِ (أَوِ الشَّريطِ الوَرَقِيِّ) المُثَقَّبَةِ. ونَذْكُرُ هُنا أَنَّ «الكِتابَةَ» هِيَ تَسْجيلُ هٰذِهِ المَعْلوماتِ واخْتِزانُها لِلاسْتِخْدامِ مُسْتَقْبَلاً.



مخزن الحاسبة

لا يستطيع الإنسان تذكر كل ما يدخل ذهنه، وتبقى معلوماته العامة، مهما اتسعت، محدودة. ولكنه قادر على الرجوع إلى مختلف أنواع الكتب ليجد فيها ما يحتاجه من معلومات. فهذه الكتب هي سجلات للمعلومات يعود إليها المراجع في مكتبته أو في سوقه من حين لآخر.

ومن أهم معالم الحاسبة الحديثة قدرتها على استيعاب كميات كبيرة من المعلومات يمكن الرجوع إليها عند الاقتضاء. ونحن نعلم أن السجلات هي مستودعات صغيرة عاملة تستخدم عاليًا في العمليات الحسابية وأن سعتها لتخزين المعلومات محدودة جدًا. لذا، كان من الضروري الاستعانة بجهاز تخزين إضافي تحفظ فيه المعلومات بشكل أبجدية رقمية لمدى أبقى وأطول. وعند الحاجة تستخرج المعلومات، كما الكتاب من المكتبة، للمعالجة في السجلات، ثم تعاد إلى المخزن بعد الانتهاء منها. ويمكن دومًا إزالة المعلومات التي قدم عهدها لتحل مكانها معطيات جديدة.

وهنالك عدة أنواع من أنظمة التخزين قيد الاستعمال حاليًا معظمها مغنطيسي، وسنعالج هذه الأنظمة في الفصول القليلة القادمة. ولكل من هذه الأنظمة حسناته وسيئاته، فبعضها أكثر فعالية ولكنه عالي الكلفة جدًا بالنسبة لكثير من مجالات استخدام الحاسبات، وبعضها ذو سعة كبيرة جدًا، وبعضها الآخر سريع جدًا. وبصورة عامة فإن مخزن الحاسبات المثلى هي اختيار وسط بين الخصائص المتباينة من حيث السرعة والكلفة وسهولة الاستعمال.

الكلمات والرقميات (الأرقام الثنائية) والعناوين

كلمة الحاسبة هي مجموعة نسقية من الأرقام الثنائية (أو الرقميات) ذات المعنى الخاص للحاسبة. وتعمل مجموعة الأرقام الثنائية التي تؤلف حرفًا أو رقمًا عدديًا كوحدة مستقلة تسمى **مجموعة رقمية (بايت)** ويعرف عدد الأرقام الثنائية أو المجموعات الرقمية التي تؤلف كلمة **بطول الكلمة**، وقد يبلغ عدده الخمسين، بيد أن هذا العدد يختلف تبعًا لتصميم الحاسبة.

إن باستطاعة مخزن المعالج المركزي في الحاسبة وملحقاته استيعاب عدة ملايين من الكلمات، لكن السعة في معظم أنظمة الحاسبات تتراوح بين ١٦ و ٢٥٦ ألف كلمة وهي في تزايد مستمر. ونحتاج في كل عملية إلى اختيار عدد معين من هذه الكلمات، فإذا لم تكن مواقعها محددة بدقة فالعملية لن تتم. والواقع أن المخزن مقسم إلى حجرات أو **مواقع**، في كل موقع منها كلمة ولكل موقع رقم متسلسل هو **العنوان**.

وكلمات الحاسبة على نوعين: **كلمات التعليمات** وهي الأوامر الموجهة إلى الحاسبة **وكلمات المعطيات** وهي تمثل الأرقام التي ستستخدمها الحاسبة في حساباتها. وتنقسم كلمة التعليمات بدورها إلى جزأين: أولهما شفرة التشغيل وهي تحدد بشكل أعداد العملية المراد إجراؤها، والثاني يحوي عنوان أو عناوين كلمات المعطيات المراد استخدامها في عملية الحساب. ويراوح عدد العناوين المستخدمة في حساب معين بين واحد وثلاثة، وغالبًا ما يكون واحدًا أو اثنين. وتبين الجداول المقابلة كيفية احتواء كلمات التعليمات للمعلومات في مختلف الأنظمة

التعليمة (الأمر)

شفرة التشغيل	عنوان ١	عنوان ٢	عنوان ٣

← كلمة واحدة →

نظام العناوين الثلاثي

شفرة التشغيل	العملية المطلوب من الحاسبة تنفيذها
العنوان ١	عنوان قطعة المعطيات الأولى
العنوان ٢	عنوان قطعة المعلومات الثانية
العنوان ٣	العنوان الذي ستوضع فيه النتيجة

نظام العناوين الثنائي

شفرة التشغيل	العملية المطلوب من الحاسبة تنفيذها
العنوان ١	عنوان قطعة المعلومات الأولى
العنوان ٢	عنوان قطعة المعلومات الثانية

نظام العنوان الواحد

شفرة التشغيل	العملية المطلوب من الحاسبة تنفيذها
العنوان	عنوان المعطيات

مَخْزَنُ الحَلَقاتِ المُمَغْنَطَةِ

تَعْتَمِدُ سُرعةُ لعَمَلِيّاتِ الحِسابِيَّةِ في الحاسِبَةِ عَلى الزَّمَنِ الَّذي يَتِمُّ فيهِ انْتِقاءُ عَدَدَيْنِ مِنَ المَخْزَنِ وإعادَةِ لِنَتيجَةِ إليْهِ. فالمُهِمُّ إذَنْ هُوَ الحُصولُ عَلى سُرْعَةٍ قُصْوى في الوُصولِ إلى الأَعْدادِ.

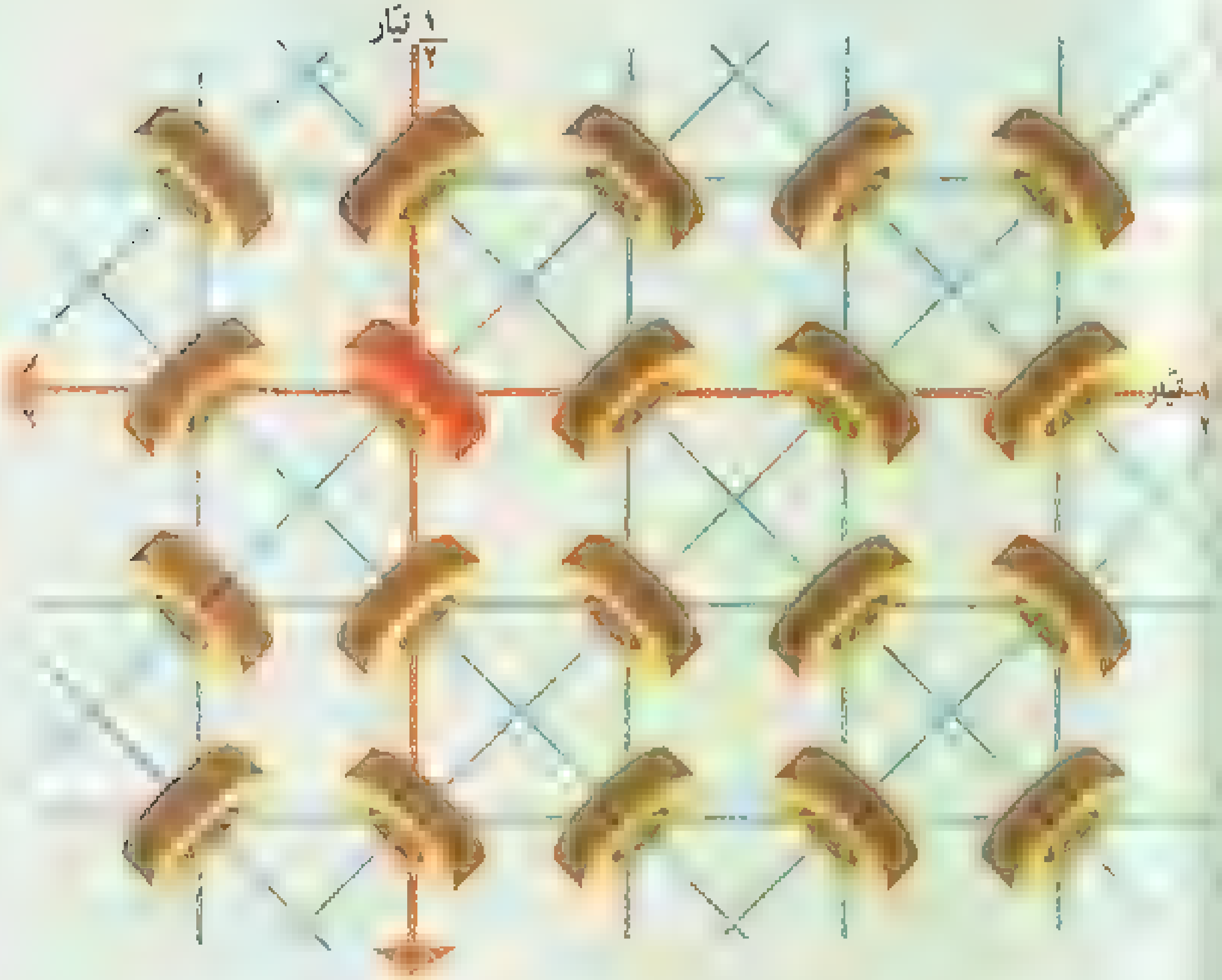
ومِنْ أَنْواعِ المَخازِنِ العالِيَةِ السُّرْعَةِ والشّائِعَةِ الاِسْتِعْمالِ وبِخاصَّةٍ لِلْمُعالِجِ المَرْكَزيِّ في الحاسِبَةِ نَوْعٌ يَسْتَخْدِمُ حَلَقاتِ الفِرّيْتِ وهي حَلَقاتٌ خَزَفِيَّةٌ صَغيرَةٌ قابِلَةٌ لِلْمَغْنَطَةِ، لا يَزيدُ حَجْمُ الواحِدَةِ مِنْها على حَجْمِ النُّقْطَةِ في الآلَةِ الكاتِبَةِ. وتُسَمَّى الحَلْقَةُ نَواةً ويُمْكِنُ مَغْنَطَتُها بِإحْدى حالَتَيْنِ لِتُمَثِّلَ الواحِدَ او الصِّفْرَ في النِّظامِ الثُّنائِيِّ. وتُثَبَّتُ الحَلَقاتُ في شَبَكاتٍ سِلْكِيَّةٍ في نِقاطِ تَقاطُعِ الأَسْلاكِ. ولا يُمْكِنُ تَحَوُّلُ المَغْنَطَةِ في الحَلْقَةِ مِنْ إحْدى حالَتَيِ التَّمَغْنُطِ إلى الأُخْرى (ويُسَمَّى التَّبْديلَ) إلّا بِإمْرارِ نَبْضَةٍ تَيّارِيَّةٍ عَبْرَ كُلٍّ مِنَ السِّلْكَيْنِ اللَّذَيْنِ يَصِلانِ بَيْنَ الحَلْقَةِ وَحْدَها لا غَيْرُ. أَمّا السِّلْكُ الثّالِثُ وهُوَ سِلْكُ الحِسِّ فَيُسْتَخْدَمُ لِقِراءَةِ المَعْلوماتِ المَخْزونَةِ.

ولَمّا كانَ وَقْتُ الوُصولِ إلى أَيِّ كَلِمَةٍ في المَخْزَنِ مُتَساوِيًا، فإنَّهُ كَثيرًا ما يُطْلَقُ عَلى مَخازِنِ الحَلَقاتِ هٰذِهِ اسْمُ المَخازِنِ المُتَساوِيَةِ زَمَنِ الوُصولِ (وأَحْيانًا مَخازِنِ الوُصولِ العَشْوائِيِّ). وبِاسْتِطاعَةِ الحاسِباتِ المُجَهَّزَةِ بِمَخازِنَ مُماثِلَةٍ القِيامُ بِأَكْثَرَ مِنْ ١٠٠٠ مِلْيونِ عَمَلِيَّةِ جَمْعٍ في الثّانِيَةِ. وتُحْفَرُ مَخازِنُ الحاسِباتِ الإلِكْتْرونِيَّةِ الحَديثَةِ بِالنَّمْشِ عَلى شَقَفٍ مِنَ السِّيلِكونِ تُسَمَّى شِبْهَ مُوَصِّلاتِ أُكْسيدِيَّةِ المَعْدِنِ. ولا تَخْتَلِفُ طَريقَتا الكِتابَةِ والقِراءَةِ فيها عَنْهُما في حَلَقاتِ الفِرّيتِ.



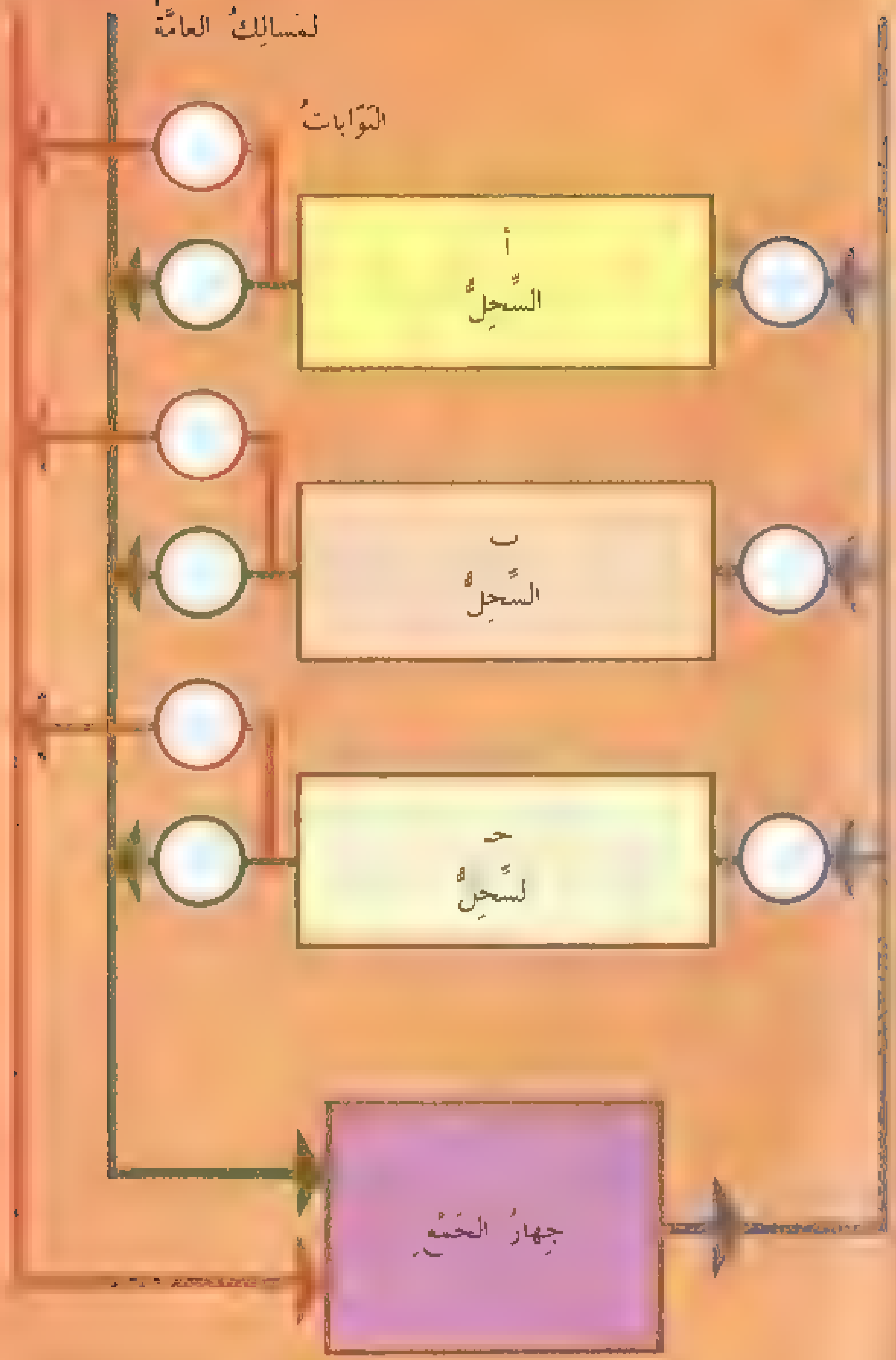
مَغْنَطَةُ الحَلْقَةِ

تُمَغْنِطُ نَبْضَةٌ تَيّارِيَّةٌ الحَلْقَةَ، فَيُسَجَّلُ الثُّنائيُّ ١
وعِنْدَ زَوالِ المَغْنَطَةِ تَبْقى النَّبْضَةُ
ثُمَّ تَعْكِسُ نَبْضَةٌ تَيّارِيَّةٌ عَكْسِيَّةٌ اتِّجاهَ مَغْنَطَةِ الحَلْقَةِ فَيُسَجَّلُ الثُّنائيُّ (٠)



جُزْءٌ مِنْ مَخْزَنِ حَلَقاتٍ مُمَغْنَطَةٍ

يَلْزَمُ لِتَبْديلِ مَغْنَطَةِ الحَلْقَةِ نِصْفُ نَبْضَةٍ عَبْرَ سِلْكٍ أُفُقِيٍّ وآخَرَ عَمودِيٍّ بِحَيْثُ لا يَتَلَقَّى التَّيّارَ الكامِلَ إلّا الحَلْقَةُ الواقِعَةُ عِنْدَ تَقاطُعِ السِّلْكَيْنِ. وهٰكَذا يُمْكِنُ تَبْديلُ مَغْنَطَةِ أَيِّ حَلْقَةٍ دونَ التَّأْثيرِ في ما عَداها. أَمّا سِلْكُ الحِسِّ فَيُسْتَخْدَمُ عِنْدَ القِراءَةِ

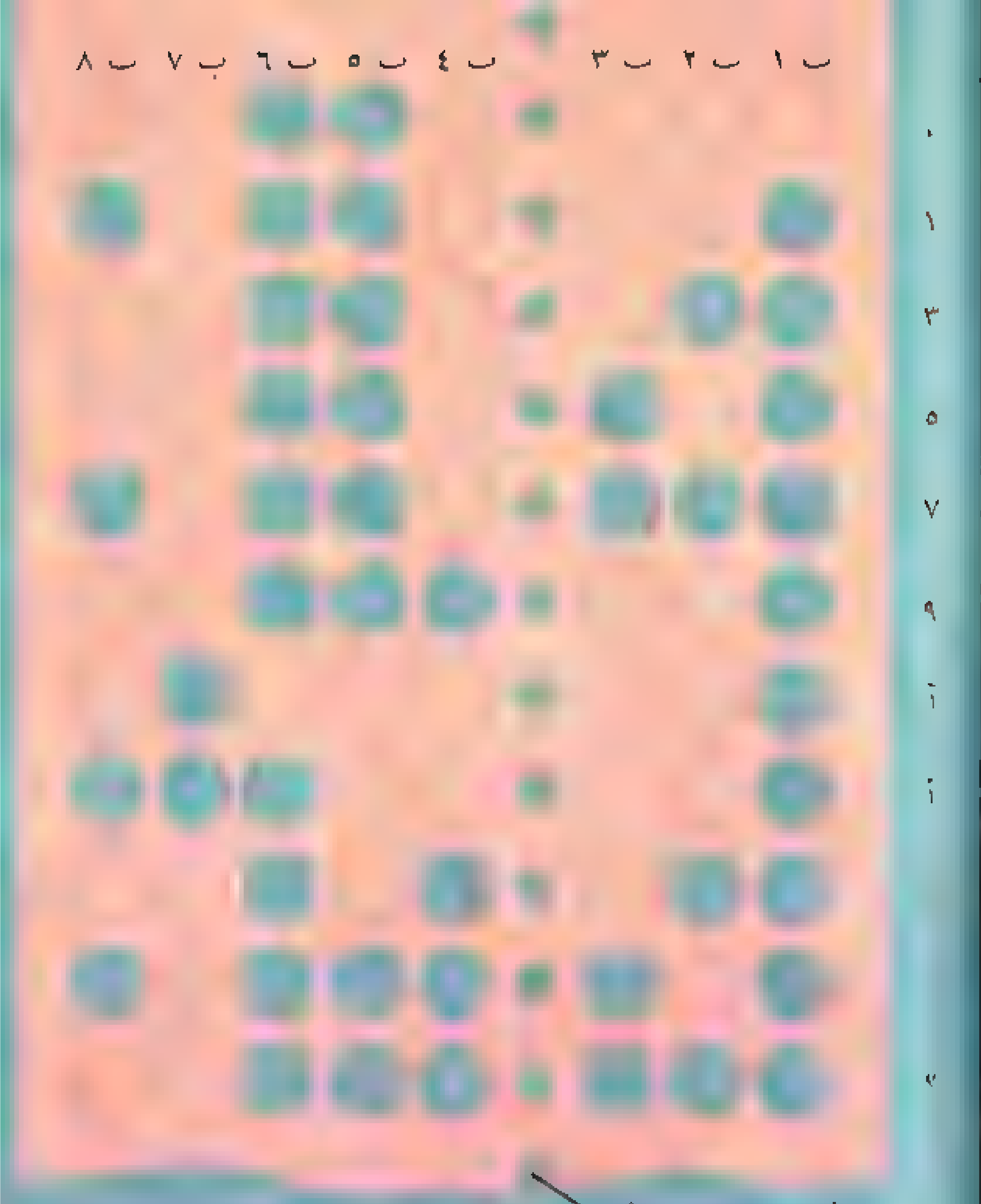


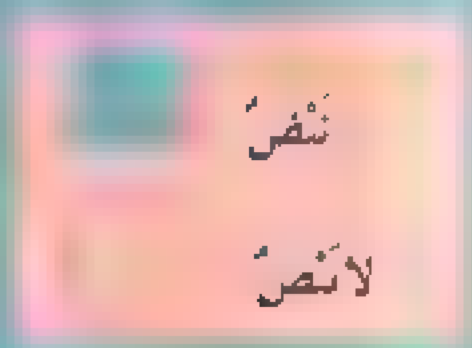
البَوّاباتُ والمَسالِكُ العامّةُ

لِكَي نَتَفَهَّمَ ما يَجْري في الحاسِبَةِ عِنْدَ تَحْريكِ الأَعْدادِ حَوْلَ المُعالِجِ المَرْكَزِيِّ عَلَيْنا أَنْ نُفَكِّرَ بِمَفْهومِ النَّبَضاتِ الكَهْرَبائِيَّةِ القَصيرَةِ الَّتي تَدومُ وَحِدَتُها حَوالَى جُزْءٍ مِنْ مِلْيونٍ مِنَ الثّانِيَةِ. هذِهِ النَّبَضاتُ تَتَتابَعُ كالرَّصاصاتِ مِنْ مِدْفَعٍ رَشّاشٍ ولكِنْ بِسُرْعَةٍ تَفوقُها آلافَ المَرّاتِ، وتُعْرَفُ الأَسْلاكُ الَّتي تَسْري عَبْرَها النَّبَضاتُ مِنْ سِجِلٍّ إلى آخَرَ **بالمَسالِكِ العامّةِ**، بَيْنَما يُطْلَقُ عَلى المَفاتيحِ الإلكترونِيَّةِ، الَّتي تُفْتَحُ لِتَلَقّي النَّبْضَةِ أَوْ تُغْلَقُ لاعْتِراضِها، اسْمُ **البَوّاباتِ**.

تُرْسَلُ الأَعْدادُ مُمَثَّلَةً بِأَنْماطِ النَّبْضِ واللاَّنَبْضِ عَبْرَ المَسالِكِ العامّةِ بِسُرْعَةٍ فائِقَةٍ، وتُفْتَحُ لَهُ البَوّاباتُ المُناسِبَةُ أَوْ تَعْتَرِضُها حَسْبَما يَلْزَمُ. وَفي الرَّسْمِ المُقابِلِ بَيانٌ لإِمْكانِيَّةِ إِرْسالِ الأَعْدادِ مِنْ أَيِّ سِجِلَّيْنِ مِنَ السِّجِلّاتِ الثَّلاثَةِ أ وَ ب وَ جـ عَبْرَ المَسالِكِ العامّةِ المُؤَدِّيَةِ إلى جِهازِ الجَمْعِ وإعادَةِ النّاتِجِ مِنْ ثَمَّ إلى السِّجِلّاتِ أ وَ ب وَ جـ.

وهكَذا يَتَبَيَّنُ لَنا أَنَّهُ يُمْكِنُ إِحْداثُ مَسالِكَ عَديدَةٍ مُخْتَلِفَةٍ في الحاسِبَةِ خِلالَ جُزْءٍ مِنَ الثّانِيَةِ عَنْ طَريقِ التَّحَكُّمِ في الزَّمَنِ الَّذي تَنْفَتِحُ فيهِ مَجْموعَةٌ مِنَ البَوّاباتِ. وتَتَحَدَّدُ سُرْعَةُ العَمَلِيّاتِ الحِسابِيَّةِ في الحاسِبَةِ بِكِلْتا السُّرْعَتَيْنِ: سُرْعَةِ انْتِقاءِ المَعْلوماتِ مِنَ المَواقِعِ المُخْتَلِفَةِ والسُّرْعَةِ الَّتي يَتِمُّ بِها إِحْداثُ المَسالِكِ.





يبيّن الشّكل كيفيّة ترميز المَعْطيات العدديّة أو الأبجديّة على شريط ورقيّ ثُماني الثّقوب قبل إدخالها إلى المخزن واستخدامها في وحدة الحساب

حِسابُ الحاسِباتِ

تُرَتَّبُ الدّاراتُ الإلِكْتْرونِيَّةُ المُسْتَخْدَمَةُ في الحاسِبَةِ بِحَيْثُ يُمْكِنُ اسْتِعْمالُ الأَنْماطِ المُرَمَّزَةِ على بِطاقاتِ (أَوْ أَشْرِطَةِ) الإِدْخالِ لإِجْراءِ العَمَلِيّاتِ الحِسابِيَّةِ - وذلِكَ في وَحْدَةٍ خاصَّةٍ تُسَمَّى **وَحْدَةَ الحِسابِ**. وقَبْلَ التَّطَرُّقِ إلى شَرْحِ كَيْفِيَّةِ ذلِكَ فَلْنَرَ نَوْعِيَّةَ الحِسابِ الَّذي نَتَطَلَّبُ مِنَ الحاسِبَةِ إِجْراءَهُ. مِنَ المَعْروفِ أَنَّ العَمَلِيّاتِ الحِسابِيَّةَ الطَّويلَةَ والمُعَقَّدَةَ يُمْكِنُ إِجْراؤُها بِتَجْزيئِها إلى عَدَدٍ مِنَ العَمَلِيّاتِ البَسيطَةِ المُتَرابِطَةِ بِتَسَلْسُلٍ صَحيحٍ لإِعْطاءِ الجَوابِ النِّهائِيِّ. والعَمَلِيّاتُ الحِسابِيَّةُ المُسْتَعْمَلَةُ غالِبًا هِيَ عَمَلِيّاتُ الجَمْعِ والطَّرْحِ والضَّرْبِ والقِسْمَةِ، ووَحْدَةُ الحِسابِ مُصَمَّمَةٌ خاصَّةً لِلْقِيامِ بِهٰذِهِ العَمَلِيّاتِ.

ولَعَلَّ القُرّاءَ الَّذينَ رَأَوْا أَوِ اسْتَخْدَموا مَكَنَةً حاسِبَةً يَدَوِيَّةَ الإدارَةِ يَذْكُرونَ أَنَّ بَرْمَ ساعِدِ التَّدْويرِ بِاتِّجاهِ حَرَكَةِ عَقارِبِ السّاعَةِ يُضيفُ العَدَدَ في سِجِلٍّ مُعَيَّنٍ إلى مُحْتَوَياتِ سِجِلٍّ آخَرَ، بَيْنَما إدارَتُهُ في اتِّجاهٍ مُعاكِسٍ يَطْرَحُ لِعَدَدٍ مِنْ عَدَدٍ آخَرَ. ويُمْكِنُ تَحْريكُ الأَعْدادِ في سِجِلٍّ ما يَمينًا أَوْ يَسارًا بِواسِطَةِ مِقْبَضٍ آخَرَ لإِجْراءِ عَمَلِيَّتَي الضَّرْبِ والقِسْمَةِ. وتَقومُ الدّاراتُ الإِلِكْتْرونِيَّةُ في وَحْدَةِ الحِسابِ في الحاسِبَةِ بِالعَمَلِيّاتِ نَفْسِها، ولٰكِنَّها تَعْمَلُ طَبْعًا بِطَريقَةٍ أَسْرَعَ كَثيرًا جِدًّا مِنَ المَكَنَةِ الحاسِبَةِ اليَدَوِيَّةِ.

الحِسابُ الثُّنائِيُّ

رَأَيْنا سابِقًا أَنَّ المَعْلوماتِ تَنْتَقِلُ عَبْرَ المَسالِكِ العامَّةِ في الحاسِبَةِ عَلى شَكْلِ نَبْضٍ أَوْ لانَبْضٍ فَلَوِ اعْتَبَرْنا الواحِدَةَ مِنْ هاتَيْنِ رَقْمًا فَإِنَّ عَلى وَحْدَةِ الحِسابِ أَنْ تُجْرِيَ حِسابَها بِواسِطَةِ رَقْمَيْنِ فَقَطْ بَدَلًا مِنْ عَشَرَةِ الأَرْقامِ الَّتي نَسْتَخْدِمُها في حِساباتِنا العادِيَّةِ والنِّظامُ الَّذي يَسْتَخْدِمُ عَشَرَةَ أَرْقامٍ هُوَ النِّظامُ العَشَرِيُّ بَيْنَما يُسَمَّى النِّظامُ الَّذي يَسْتَخْدِمُ رَقْمَيْنِ فَقَطْ **النِّظامَ الثُّنائِيَّ**. والرَّقْمانِ المُسْتَخْدَمانِ في النِّظامِ الثُّنائِيِّ هُما الصِّفْرُ (٠) والواحِدُ (١) ، بِحَيْثُ تُمَثِّلُ النَّبْضَةُ وحدًا واللانَبْضَةُ صِفْرًا (ويُمْكِنُ أَنْ يَكونَ العَكْسُ صَحيحًا ولكِنَّنا لَنْ نَسْتَخْدِمَهُ).

وَيُبَيِّنُ المِثالانِ الوارِدانِ في أَعْلى الصَّفْحَةِ المُقابِلَةِ طَريقَةَ تَأْليفِ النِّظامَيْنِ العَدَدِيَّيْنِ. والطُّلّابُ المُلِمّونَ بِقَواعِدِ الحِسابِ يَعْرِفونَ أَنَّ الجَمْعَ والطَّرْحَ يَتْبَعانِ قَواعِدَ ثابِتَةً وَأَنَّهُ يُمْكِنُ وَضْعُ جَدْوَلَيْنِ واحِدٍ لِلْجَمْعِ وَآخَرَ لِلطَّرْحِ لِإِعْطاءِ الجَوابِ في جَمْعِ أَيِّ عَدَدَيْنِ أَوْ طَرْحِهِما. أَمّا في الحِسابِ الثُّنائِيِّ فَهُنالِكَ أَرْبَعَةُ مَداخِلَ في كُلِّ جَدْوَلٍ كَما تَرى في الصَّفْحَةِ المُقابِلَةِ. وَيَنْبَغي لَكَ مُراقَبَةُ هذَيْنِ الجَدْوَلَيْنِ بِعِنايَةٍ وَأَنْتَ تُتابِعُ مِثالَيِ الجَمْعِ والطَّرْحِ لِمُعْطَيَيْنِ بِالنِّظامِ الثُّنائِيِّ.

يُكْتَبُ العَدَدُ العَشْرِيُّ هكَذا :

٥٦٣٨ = ٥ × ١٠٠٠ + ٦ × ١٠٠ + ٣ × ١٠ + ٨ × ١

= ٥ × ١٠^٣ + ٦ × ١٠^٢ + ٣ × ١٠^١ + ٨ × ١٠^٠

ويُكْتَبُ العَدَدُ الثُّنائِيُّ هكذا

١١٠١ = ١ × ٢^٣ + ١ × ٢^٢ + ٠ × ٢^١ + ١ × ٢

= ١ × ٨ + ١ × ٤ + ٠ × ٢ + ١ × ١

= ١٣ كعَدَدٍ عَشْرِيٍّ

ومتى عرفنا طريقة التَّحويل من النِّظام الثُّنائيِّ إلى النِّظام العَشْريِّ وبمعاونة جدولي الجمع والطَّرح يمكننا حلّ بعض الأمثلة

جدْوَلُ الجمْع

	+ ٠	+ ١
+ ٠	٠	١
+ ١	١	٠

(١٠ أي باليد ١، يُرحَّلُ إلى المَنْزِلة التّالية)

جدْوَل الطَّرْح

	+ ١	+ ٠
− ٠	١	٠
− ١	٠	١

(ونستعيرُ ١ من المَنْزِلة التّالية)

٧	٠١١١
٦ +	٠١١٠ +
١٣	١١٠١

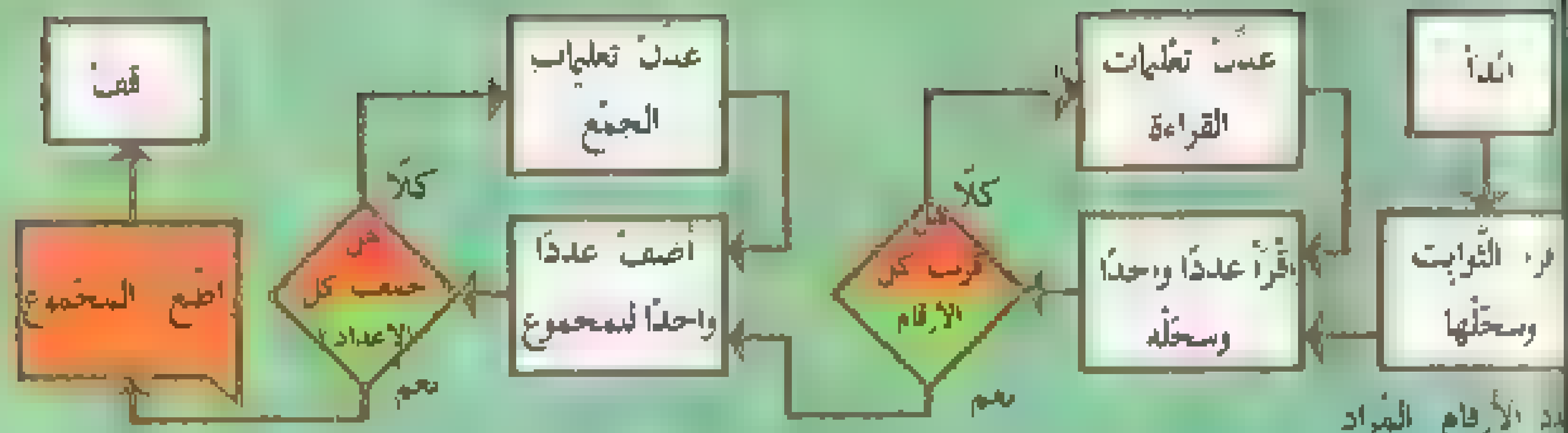
١٣	١١٠١
٧ −	٠١١١ −
٦	٠١١٠

البرْمَجَةُ

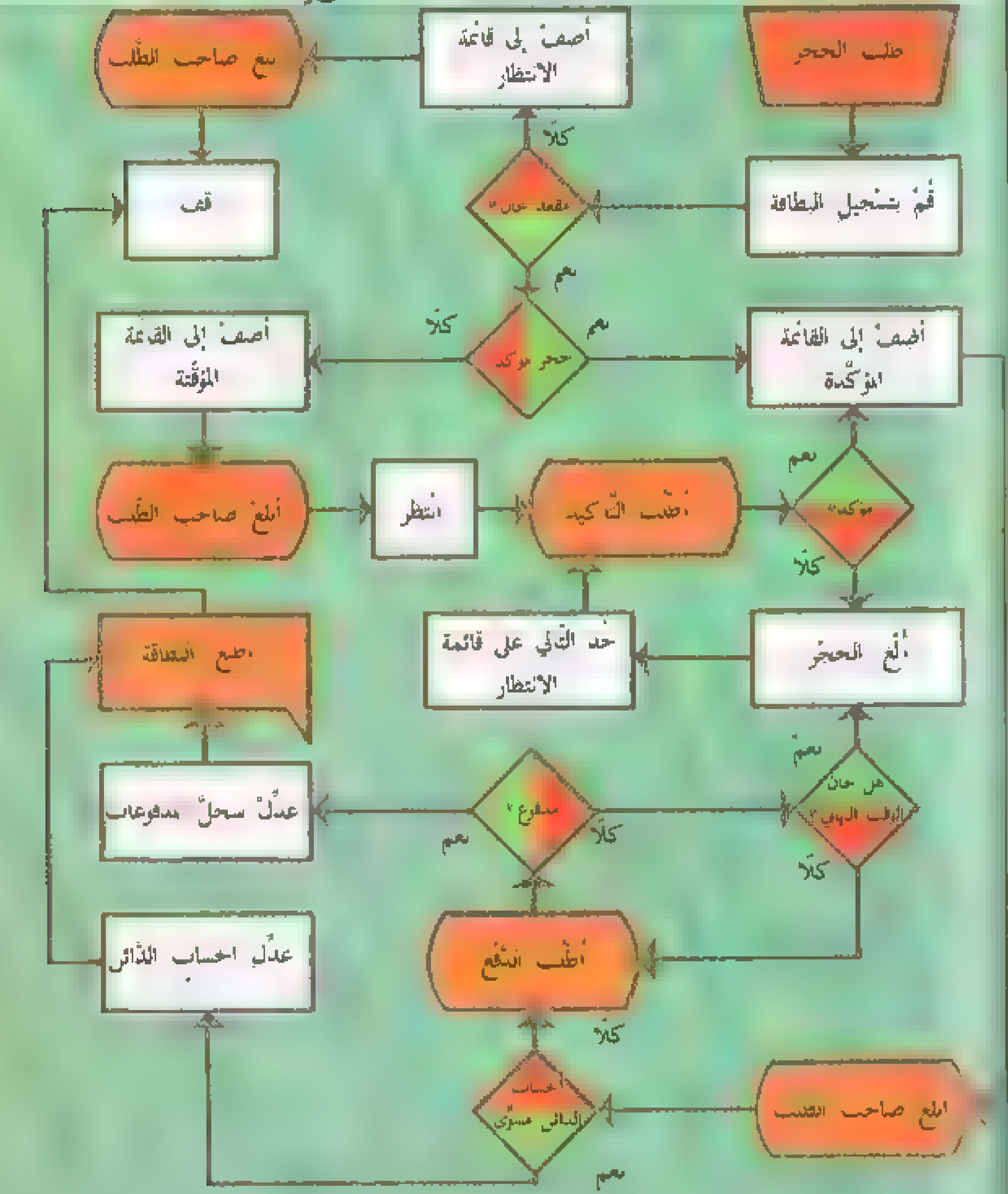
يُطْلَقُ على مجْموعةِ لتَعْليماتِ (أَوِ الأوامِرِ) المُعْطاةِ إلى الحاسِبةِ اسْمُ **البَرْنامج**. والمَرْحَلةُ الأولى في إعْداد هذا البَرْنامجِ هي رَسْمُ مُخَطَّطٍ لِسَيْرِ العَمَليّاتِ فيهِ. وفي الصَّفْحَةِ المُقابِلَةِ نَموذجانِ لمِثْلِ هذ المُخطَّط. والمُخطَّطُ يَتأَلَّفُ مِنْ أُطُرٍ صُنْدوقيَّةٍ مُتَّصِلَةٍ يُكْتَبُ داخِلَ كُلٍّ مِنْها العَمَلُ أَوِ الحِسابُ المُقَرَّرُ إجْراؤهُ في كُلِّ خَطْوَةٍ. وأَحَدُ أَهَمِّ أنْواعِ هذِهِ الأُطُرِ هُوَ **إطارُ القَرارِ** الَّذي تُطْرَحُ فيهِ الأَسْئِلَةُ. والأَجوِبَةُ الوَحيدَةُ المُمْكِنَةُ هي «نَعَم» أَوْ «لا». وإذا ما بدا لَكَ أَنَّ هذا أَبْسَطُ مِنْ أَنْ يُفيدَ في حلِّ مَسْأَلَةٍ مُعَقَّدَةٍ مُتَشابِكَةٍ، فَتَذَكَّرْ أَنَّ بإمْكانِ الحاسِبَةِ طَرْحَ قُرابَةِ نِصْفِ مَلْيونِ سُؤالٍ في الثّانِيَةِ.

إنَّ تَحْويلَ العَمَلِ المُقَرَّرِ في كُلِّ إطارٍ إلى رُموزٍ عَدَديَّةٍ (وهِيَ لُغَةُ الآلَةِ) هُوَ أَمْرٌ مُجْهِدٌ يَسْتَعينُ فيهِ المُبَرْمِجُ بِلُغَةٍ وَسيطَةٍ (لُغَةٍ عالِيَةِ المُسْتَوى) تُتَرْجَمُ فيما بَعْدُ بواسِطَةِ بَرْنامَجٍ رئيسٍ جاهِزٍ هُوَ **البَرْنامَجُ المُتَرجِمُ** إلى لُغَةِ الآلَةِ. وتُسْتَخْدَمُ حالِيًّا عِدَّةُ لُغاتٍ عالِيَةِ المُسْتَوى أَشْهَرُها **كوبول** (اللُّغَةُ العامَّةُ المُكَيَّفَةُ لِلأَعْمالِ التِّجارِيَّةِ) وبيسِك (شِفْرَةُ لِتَعْليماتِ الرَّمْزِيَّةِ العامَّةِ الأَغْراضِ لِلْمُبْتَدِئين) وبي إل ١ (لُغَةُ البَرْمَجَةِ ١) وفورتْران (تَرْجَمَةُ الصِّيَغِ) وآر بي جي (مُوَلِّدُ البَرْنامَجِ التَّقْريرِيِّ).

والبَرْمَجَةُ بِلُغَةِ الآلَةِ أَمْرٌ لا يُجيدُهُ إلّا المُخْتَصّونَ مِنْ ذَوي التَّدْريبِ العالي. أمّا البَرْمَجَةُ بِلُغَةٍ عالِيَةِ المُسْتَوى فَأَمْرٌ يَتَيَسَّرُ أَداؤهُ لِكَثيرينَ شَرْطَ أَنْ يُعْطَوا الوَقْتَ الكافي لِتَعَلُّمِ القَواعِدِ المُتَوَجِّبِ اتِّباعُها.



مُخطَّطُ سَيْرِ العمليّاتِ لعمليّةِ جمعٍ



مُخَطَّطُ سَيْرِ العَمَلِيّاتِ لِحَجْزِ مَقْعَدٍ في الطّائِرَةِ

وَحْدَةُ التَّحَكُّمِ

ذَكَرْنا أَنَّ البَرْنامَجَ هُوَ قائِمَةُ تَعْليماتٍ أَوْ أَوامِر تُحْفَظُ في مَخْزَنِ الحاسِبَةِ. ولِتَشْغيلِ هذا البَرْنامَجِ يَنْبَغي أَنْ تَنْظُرَ الحاسِبَةُ في كُلِّ أَمْرٍ بِدَوْرِهِ وتَتَبَيَّنَ مَعْناهُ، ومِنْ ثَمَّ يُمْكِنُ تَنْفيذُ عَمَلِيَّةِ الحِسابِ أَوْ تَحْريكِ المُعْطَيات. ويَعْرِضُ لَكَ المُخَطَّطُ في الصَّفْحَةِ المُقابِلَةِ الخَطَواتِ المُتَضَمَّنَةَ في عَمَلِيَّةِ التَّشْغيلِ هذهِ.

تُجْلَبُ **التَّعْليمَةُ** (أَوِ **الأَمْرُ**) مِنَ المَخْزَنِ وتُحْفَظُ مُؤَقَّتًا في سِجِلٍّ في **وَحْدَةِ التَّحَكُّمِ**. وهُنا يَتِمُّ تَحْديدُ **العَمَلِيَّةِ** المُرادِ إجْراؤها و **عُنْوانِ** المُعْطَياتِ الَّتي سَتُجْرى عَلَيْها العَمَلِيَّة. فيُعَدُّ التَّتابُعُ الصَّحيحُ لإشاراتِ التَّحَكُّمِ في هذِهِ الشَّفْرَةِ ويُرْسَلُ إلى البَوّاباتِ – لِتُنَفِّذَ الإشاراتُ عَمَلِيَّةَ الحِسابِ أَوْ تَحْريكَ المُعْطَياتِ. ويُضْبَطُ زَمَنُ إرسالِ كُلِّ إشارَةٍ بِدِقَّةٍ بِواسِطَةِ ساعَةِ الحاسِبَةِ الَّتي تَبْعَثُ بِسِلْسِلَةٍ مُتَّصِلَةٍ مِنَ النَّبَضاتِ لِحِفْظِ حَرَكَةِ المُعْطَياتِ مُتَساوِقَةَ الخُطَى. وفي هذهِ الأَثْناءِ يَجْري تَحْديدُ عُنْوانِ التَّعْليمَةِ التّالِيَةِ المُرادِ اسْتِحْضارُها بإضافَةِ + ١ إلى عُنْوانِ التَّعْليمَةِ الَّتي تَمَّ اسْتِخْدامُها. وهكَذا تَتَكَرَّرُ العَمَلِيَّةُ تِلْقائِيًّا بِتَحْليلِ التَّعْليماتِ أَوَّلًا ثُمَّ تَنْفيذِها عَلى التَّعاقُبِ حَتّى يَكْتَمِلَ البَرْنامَجُ.

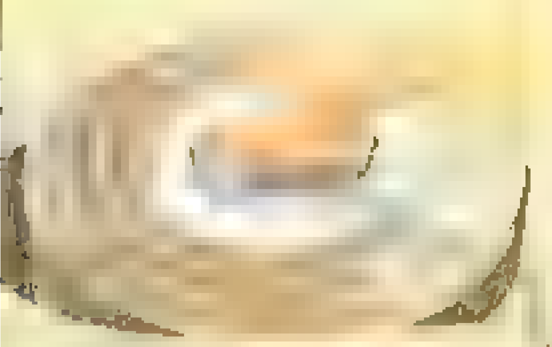


وَحْدَةُ تَحَكُّمٍ لِحاسِبَةٍ مُصَغَّرَةٍ

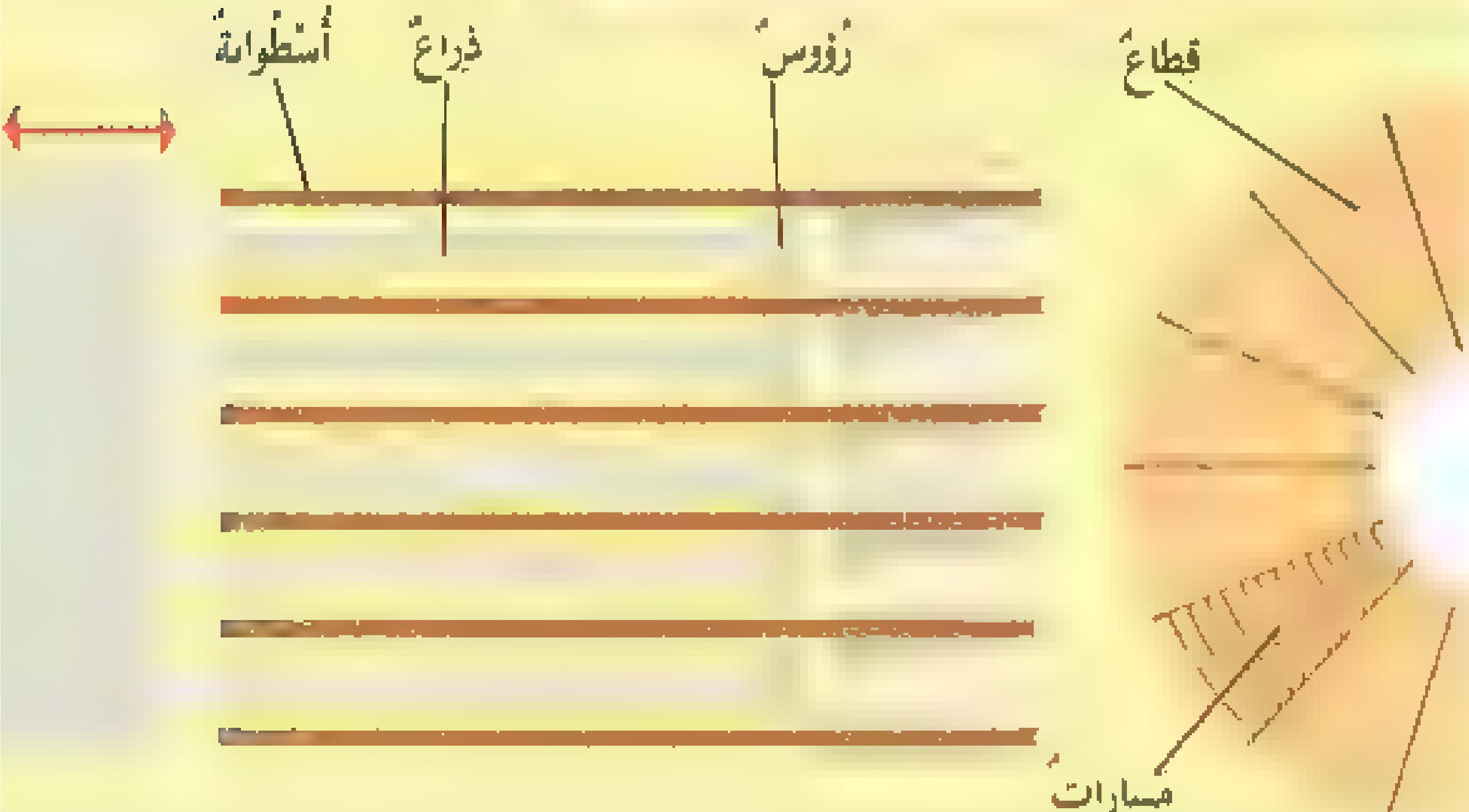


مَبْدَأُ وَحْدَةِ التَّحَكُّمِ في الحاسِبَةِ





تركيبُ حشوةٍ (مجموعةِ) أسطواناتٍ داخلَ الوحدةِ



تحوي حشوةُ الأسطواناتِ هذه ستَّ أسطواناتٍ قياسِ ١٤ بوصةً (٣٥٫٥٦ سم)، وتوفّرُ عشرةَ سطوحٍ تسجيلٍ. وتتحرّكُ كلُّ الأذرعِ نحوَ الداخلِ والخارجِ لتمكّنَ الرؤوسَ من الوصولِ إلى كاملِ المساحةِ المسجّلةِ، ويحدّدُ عنوانُ المعطياتِ الأسطوانةَ والقطاعَ والمسارَ المطلوبةَ.

المَخْزَنُ ذو الأسْطُواناتِ

تُجَهَّزُ مُعْظَمُ الحاسِباتِ هٰذِهِ الأيّامَ بِمَخْزَنِ وُصولٍ مُباشِرٍ بالإضافَةِ إلى مَخْزَنِ الوُصولِ العَشْوائيِّ ذي النّوى الحَلْقيَّةِ. وهوَ يُوَفِّرُ مُسْتَوْدَعًا مُساعِدًا كَبيرًا جدًّا لِلْمَعْلوماتِ غَيْرِ الدّائِمَةِ الاسْتِعْمالِ والَّتي لا تَحْتاجُ بِالتّالي إلى زَمَنِ وُصولٍ في غايَةِ القِصَرِ.

وتَسْتَخْدِمُ بَعْضُ الحاسِباتِ الصَّغيرَةِ نِظامَ الأسْطِواناتِ المِغْنَطيسيَّةِ الصَّغيرَةِ لِلْوُصولِ العَشْوائيِّ، لكِنْ يَغْلِبُ في المُنْشَآتِ الكَبيرَةِ اسْتِخْدامُ المَخْزَنِ ذي الأسْطُواناتِ. وهذا يَتَأَلَّفُ مِنْ أُسْطُوانَةٍ أَوْ مِنْ مَجْموعَةِ أُسْطُواناتٍ مَعْدِنيَّةٍ تَدورُ باسْتِمْرارٍ عَلى مِحْوَرٍ. ويُغَطّي السَّطْحَ المُسَطَّحَ في كُلِّ أُسْطُوانَةٍ مَساراتٌ مُتَلاصِقَةُ التَّراصِّ مِنْ بُقَعٍ مِغْنَطيسيَّةٍ شَبيهَةٍ بِالحُزوزِ على أُسْطُوانَةِ الحاكي (الفونوغراف). وهي تُقْرَأُ أَوْ تُسَجَّلُ بِواسِطَةِ رُؤوسٍ قارِئَةٍ كاتِبَةٍ مُرَكَّبَةٍ عَلى أَذْرُعٍ يُمْكِنُ تَحْريكُها قُطْرِيًّا عَبْرَ الأُسْطُوانَةِ لاخْتِيارِ المَسارِ المَطْلوبِ. وقَدْ تَبْلُغُ سَعَةُ المَخْزَنِ ذي الأسْطُواناتِ خَمْسَمائَةِ مِلْيونِ كَلِمَةٍ وزَمَنُ الوُصولِ فيهِ يُقارِبُ جُزْءًا مِنْ ثَلاثينَ أَلْفًا مِنَ الثّانِيَةِ. وكِلا السَّعَةِ وزَمَنِ الوُصولِ في تَحَسُّنٍ مُسْتَمِرٍّ.

وهُناكَ نَوْعٌ أَقَلُّ تَكْلِفَةً مِنْ مَخازِنِ الوُصولِ العَشْوائيِّ تُسْتَخْدَمُ فيهِ بِطاقاتٌ مِغْنَطيسيَّةُ التَّخْطيطِ. وهٰذِهِ البِطاقاتُ أَكْبَرُ حَجْمًا مِنَ البِطاقاتِ المُثَقَّبَةِ وتُعَبَّأُ في عُلْبَةٍ شَبيهَةٍ بِخَزْنَةِ البُنْدُقيَّةِ. وتَبْلُغُ سَعَةُ البِطاقَةِ حَوالَى خَمْسَةِ آلافِ كَلِمَةٍ، ويُمْكِنُ اسْتِخْراجُ أَيِّ بِطاقَةٍ مِنَ الخَزْنَةِ وإمْرارُها على الرَّأْسِ الكاتِبِ القارِئِ قَبْلَ إعادَتِها إلى الخَزْنَةِ.

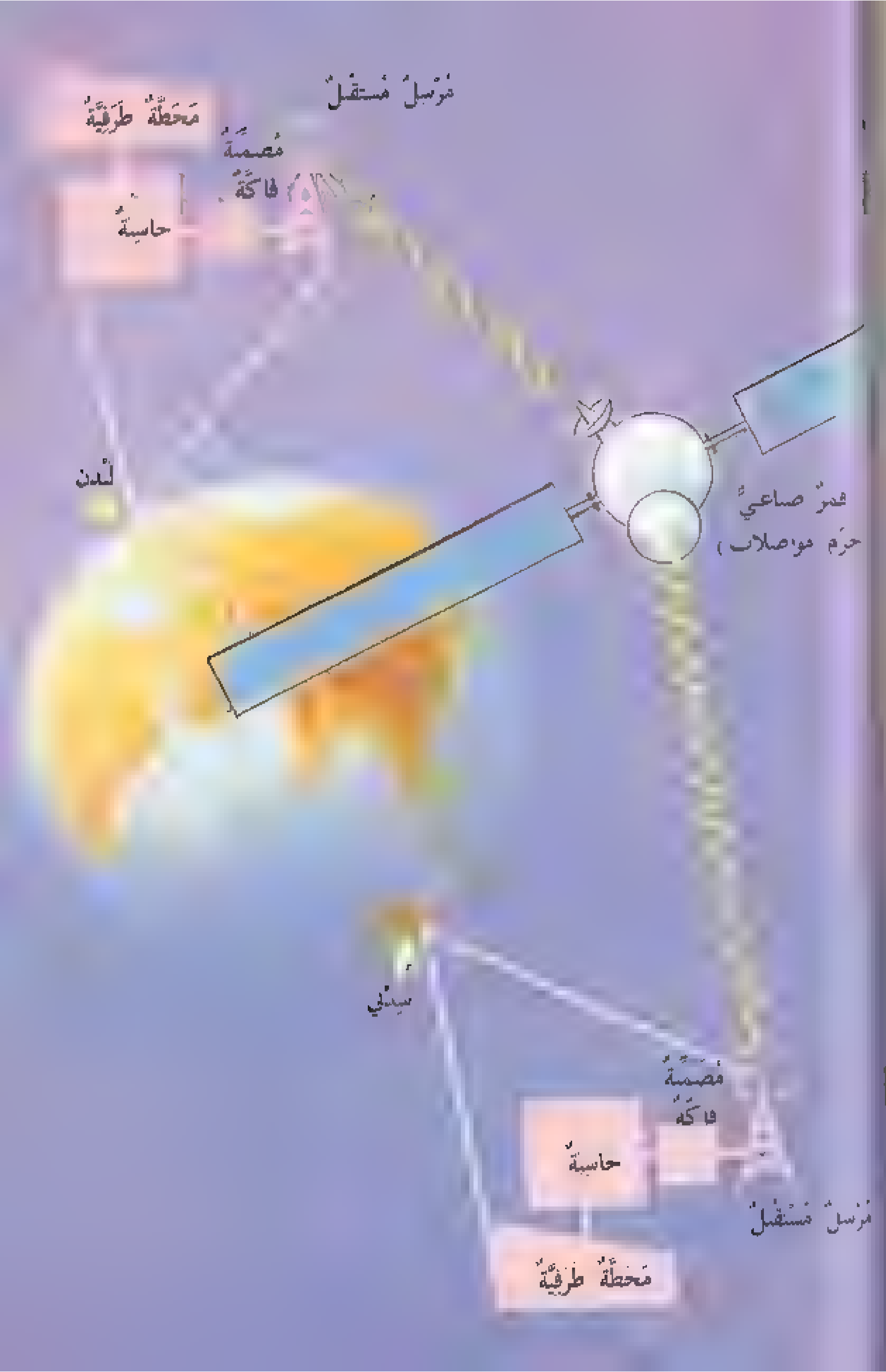
وَحْدَةُ الخَرْجِ

وَحْدَةُ الخَرْجِ هِيَ نِهايَةُ المَطافِ في الحاسِبَةِ ، وفيها تُقَدَّمُ نَتائِجُ العَمَليّاتِ المُنَفَّذَةِ مَطْبوعَةً أَوْ مَرْئِيَّةً أَوْ عَى أَشْرِطَةٍ وأُسْطُواناتٍ. ويَسْتَطيعُ نَوْعٌ مِنَ الطّابِعاتِ طَبْعَ السَّطْرِ الكامِلِ دُفْعَةً واحِدَةً. ويَتَأَلَّفُ هذا النَّوْعُ مِنْ نَسَقٍ مِنَ العَجَلاتِ الدَّوّارَةِ تَضُمُّ ١٣٢ دولابًا وُزِّعَتْ عَلى مُحيطاتِها مُفَسَّحَةً جَميعُ حُروفِ الهِجاءِ بِالإِضافَةِ إِلى الأَرْقامِ العَشْرِيَّةِ. ويُمَرَّرُ الوَرَقُ فَوْقَ دَوليبِ الطّابِعَةِ يَفْصِلُهُ عَنْها شَريطُ الطَّبْعِ وعِنْدَما تَنْتَظِمُ الحُروفُ والأَرْقامُ الصَّحيحَةُ في مَواضِعِها يَنْطَلِقُ صَفٌّ مِنَ المَطارِقِ المُشَغَّلَةِ كَهْرَبائِيًّا فَتَخْبِطُ الوَرَقَةَ طابِعَةً عَلَيْها السَّطْرَ المُعَدَّ.

ويَسْتَخْدِمُ نَمَطٌ آخَرُ مِنَ الطّابِعاتِ أُسْلوبَ التَّصْويرِ الجافِّ حَيْثُ تَنْجَذِبُ ذُرَيْراتُ الحِبْرِ الجافِّ إِلِكْتْروستاتيًّا إِلى وَرَقٍ مُغَطًّى بِالبلاستيك. ويَتِمُّ الطَّبْعُ بِإِمْرارِ نَبْضَةٍ كَهْرَبائِيَّةٍ عَبْرَ السَّطْرِ المُرادِ طَبْعُه ، فَتَجْمَعُ هذِهِ (النَّبْضَةُ) الذُّرَيْراتِ بِشَكْلٍ مُطابِقٍ لِنَسَقِ أَرْقامِ السَّطْرِ وحُروفِهِ ثُمَّ يُثَبَّتُ طَبْعُ النَّسَقِ بِإِمْرارِهِ عَبْرَ أُسْطُواناتٍ مُحْماةٍ تُلَيِّنُ الغِطاءَ البلاستيكيَّ (اللَّدائِنيَّ).

ومِنْ وَسائِلِ الخَرْجِ المُتَيَسِّرَةِ أَيْضًا وَحْدَةُ العَرْضِ البَصَرِيِّ حَيْثُ قَدْ يَتَضَمَّنُ الخَرْجُ مُخَطَّطاتٍ ورُسومًا بِالإِضافَةِ إِلى التَّقاريرِ والجَداوِلِ. ووَحْدَةُ العَرْضِ المُبَيَّنَةُ في الرَّسْمِ المُقابِلِ هِيَ جِهازُ دَخْلٍ وخَرْجٍ مَعًا يَسْتَطيعُ بِواسِطَتِهِ المُوَظَّفُ المَسْؤولُ الاتِّصالَ بِالحاسِبَةِ عَنْ طَريقِ لَوْحَةِ مَفاتيحَ أَوْ بِالكِتابَةِ بِقَلَمٍ ضَوْئِيٍّ عَلى سِتارَةِ العَرْضِ.





المُعالَجَةُ عَنْ بُعْدٍ

عِنْدَما تَتَقَدَّمُ بِأَسْئِلَتِكَ أَو اسْتِفساراتِكَ إلى مَكْتَبٍ فَرْعِيٍّ لِمُؤَسَّسَةٍ كَبيرَةٍ كَوَكالَةِ سِياحَةٍ أَوْ شَرِكَةِ تَأْمينٍ، فإنَّ أَسْئِلَتَكَ عَلى الأَرْجَحِ سَتُرْسَلُ عَبْرَ مَحَطَّةٍ طَرَفِيَّةٍ إلى حاسِبَةِ التَّحَكُّمِ في المَرْكَزِ الرَّئيسِيِّ لِلْمُؤَسَّسَةِ. وسَتُعادُ الأَجْوِبَةُ عَلى أَسْئِلَتِكَ إلى المَكْتَبِ الفَرْعِيِّ وتُصْبِحُ هُنالِكَ. يَعْني أَنَّ عَمَلِيَّةَ المُعالَجَةِ الحاسِبِيَّةِ تَمَّتْ عَنْ بُعْدٍ، كَما في التِّلِغْرافِ والتِّلِفونِ والتِّلِفِزْيونِ.

فَشَبَكَةُ الحاسِبَةِ قَدْ تَقْتَصِرُ عَلى مَبْنًى واحِدٍ أَوْ عَلى مَجْموعَةِ مَبانٍ أَوْ قَدْ تَنْتَشِرُ عَبْرَ قارَّةٍ بِأَكْمَلِها حَيْثُ تَكونُ المَعْلوماتُ المُعالَجَةُ مُهِمَّةً عَلى المُسْتَوى القَوْمِيِّ.

ولِنَقْلِ المُعْطَياتِ عَبْرَ هٰذِهِ المَسافاتِ الشّاسِعَةِ لا بُدَّ مِنْ تَحْويلِ شَكْلِها. ويَتِمُّ ذٰلِكَ بِواسِطَةِ المُضَمِّنَةِ الفاكَّةِ وهِيَ جِهازٌ مُزْدَوَجٌ يَحْوي آلِيَّةً مُضَمِّنَةً وآلِيَّةً مُزيلَةً (فاكَّةً) لِلتَّضْمينِ في مَرْكَزَيِ الإرْسالِ والاسْتِقْبالِ. فَفي مَرْكَزِ الإرْسالِ تُضافُ إلى المُعْطَياتِ مَوْجَةٌ حامِلَةٌ قَوِيَّةٌ لِتَمْكينِها مِنَ الانْتِقالِ عَبْرَ خَطِّ الهاتِفِ أَوْ كَمَوْجَةٍ لاسِلْكِيَّةٍ (رادِيَّةٍ)، وهٰذا هُوَ التَّضْمينُ. وفي مَرْكَزِ الاسْتِقْبالِ يُفَكُّ التَّضْمينُ (أَيْ تُزالُ المَوْجَةُ الحامِلَةُ) لِتَتَقَبَّلَ الحاسِبَةُ المُعْطَياتِ. وتَتَكَرَّرُ العَمَلِيَّةُ مَعْكوسَةً عِنْدَ إِرْسالِ الأَجْوِبَةِ.

وأَبْسَطُ أَنْواعِ التَّضْمينِ نَوْعانِ هُما تَضْمينُ السَّعَةِ وتَضْمينُ التَّرَدُّدِ (أُنْظُرْ كِتابَ «التِّلِفِزْيونُ – كَيْفَ يَعْمَلُ» في هٰذِهِ السِّلْسِلَةِ). وقَدْ يَقْتَضي بُعْدُ الإرْسالِ مُعاوَدَةَ تَضْخيمِ الإشاراتِ (المُعْطَياتِ) عَلى عِدَّةِ مَراحِلَ لإِعادَةِ تَقْوِيَتِها في كُلِّ مَرْحَلَةٍ قَبْلَ إِمْرارِها إلى المَرْحَلَةِ التّالِيَةِ.

هَلْ تُخْطِئُ الحاسِبَةُ؟

إنَّ مُبَرْمِجي الحاسِباتِ مُعَرَّضونَ لِلْخَطَإِ كَسائِرِ البَشَرِ. والحاسِباتُ أَيْضًا مُعَرَّضَةٌ لِلتَّعَطُّلِ والزَّلَلِ كَسِواها مِنَ المَكَناتِ. وفي كِلْتا الحالَتَيْنِ لا فائِدَةَ تُرْجَى مِنْ نَتيجَةِ عَمَلِ الحاسِبَةِ.

ولِمُراقَبَةِ الدِّقَّةِ يُمْكِنُ التَّحَقُّقُ مِنْ صِحَّةِ المَعْلوماتِ الَّتي تُغَذَّى بِها الحاسِبَةُ بِواسِطَةِ عامِلٍ ثانٍ يَسْتَخْدِمُ آلَةً تُسَمَّى **المُدَقِّقَة**. فَتُوضَعُ البِطاقَةُ المُثَقَّبَةُ الأَصْلِيَّةُ أَوِ الشَّريطُ في الآلَةِ ويَقومُ عامِلُ المُدَقِّقَةِ بِإِعادَةِ التَّثْقيبِ عَلى بِطاقَةٍ ثانِيَةٍ بِالرُّجوعِ إلى الأُصولِ الَّتي أُخِذَتْ عَنْها البِطاقَةُ الأولى. فَإِذا تَوافَقَتِ الثُّقوبُ في البِطاقَتَيْنِ تُسَجَّلُ هٰذِهِ عَلى بِطاقَةٍ ثالِثَةٍ هِيَ البِطاقَةُ المُدَقَّقَةُ. أَمَّا إذا اخْتَلَفَ التَّثْقيبُ فَإِنَّ لَوْحَةَ المَفاتيحِ تَنْغَلِقُ تِلْقائِيًّا وعَلى المُدَقِّقِ حينَئِذٍ أَنْ يَكْتَشِفَ مَوْضِعَ الخَطَإِ.

وأَحْيانًا يَتَأَتَّى الخَطَأُ عَنْ زَلَّةِ المُبَرْمِجِ في كِتابَةِ شَفْرَةِ الحاسِبَةِ أَوْ في تَحْليلِ الأَوْضاعِ الَّتي بُنِيَ عَلَيْها البَرْنامَجُ، ومِثْلُ هٰذِهِ الأَخْطاءِ التَّشْخيصِيَّةِ يَصْعُبُ تَقَصّيها. وتُسَمَّى عَمَلِيَّةُ كَشْفِ هٰذِهِ الأَخْطاءِ وتَصْحيحِها **بِالتَّضْبيط**.

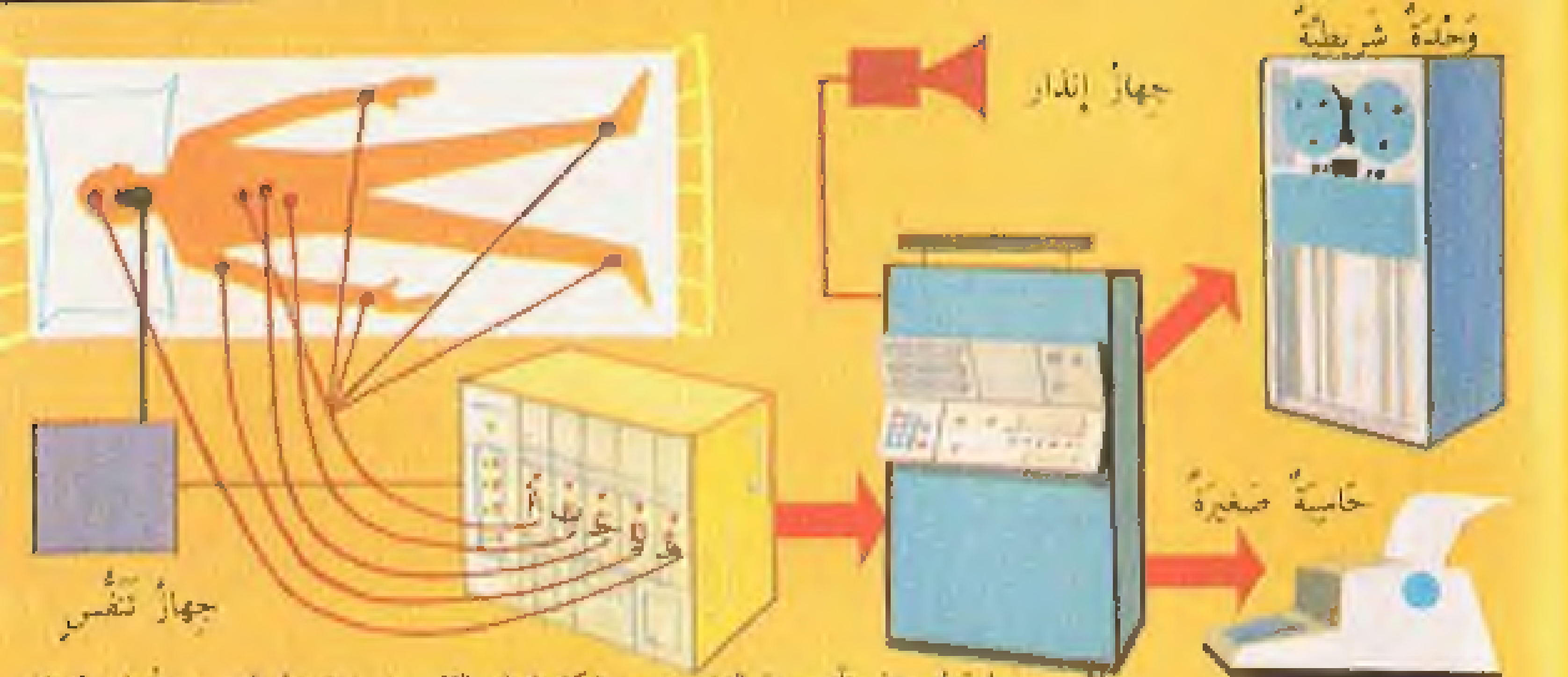
وهُنالِكَ أَخيرًا احْتِمالُ الخَطَإِ الميكانيكيِّ – وفي هٰذا الصَّدَدِ يُمْكِنُ إلْحاقُ رَقْمٍ إضافِيٍّ (هُوَ رَقْمُ التَّكافُؤِ) بِالشَّفْرَةِ المُسْتَخْدَمَةِ في أَجْهِزَةِ الدَّخْلِ والخَرْجِ لاِكْتِشافِ أَيِّ خَطَإٍ عِنْدَ حُصولِهِ. أَمَّا الأَعْطالُ الدّاخِلِيَّةُ في الحاسِبَةِ فَلا يُمْكِنُ كَشْفُها إلّا بِاسْتِخْدامِ بَرامِجَ اخْتِبارِيَّةٍ خاصَّةٍ تَخْتَبِرُ كُلَّ جُزْءٍ مِنْ أَجْزاءِ الحاسِبَةِ.



وَحَداتُ العَرْضِ البَصَرِيِّ قَيْدَ التَّشْغيلِ

رَقْمُ التَّكافُؤِ	العَدَدُ المُخْتَزَنُ
١	١١٠١
٠	٠١٠١
١	١٠٠١
	الخَطَأُ

في إحْدَى الطُّرُقِ المَأْلوفَةِ لِتَقَصّي الخَطَإِ في أَنْظِمَةِ تَخْزينِ الحاسِباتِ يُلْحَقُ بِكُلِّ عَدَدٍ مُشَفَّرٍ رَقْمٌ إضافِيٌّ – يُعْرَفُ بِرَقْمِ التَّكافُؤِ. فَعِنْدَما يَكونُ العَدَدُ المُشَفَّرُ المُخْتَزَنُ ذا أَرْقامِ آحادٍ وَتْرِيَّةِ المَجْموعِ يُلْحَقُ بِهِ الرَّقْمُ ١. أَمّا إذا كانَ مَجْموعُ أَرْقامِ الآحادِ شَفْعِيًّا فَيُلْحَقُ بِهِ الرَّقْمُ صِفْر (٠). فَعِنْدَما يُقْرَأُ العَدَدُ المُخْتَزَنُ يُراجِعُ جِهازٌ حَسّاسٌ مَجْموعَ آحادِهِ ويُقارِنُها بِرَقْمِ التَّكافُؤِ – فَإِذا اخْتَلَفا أَثارَ ذٰلِكَ إنْذارًا يُنَبِّهُ إلى الخَطَإِ.

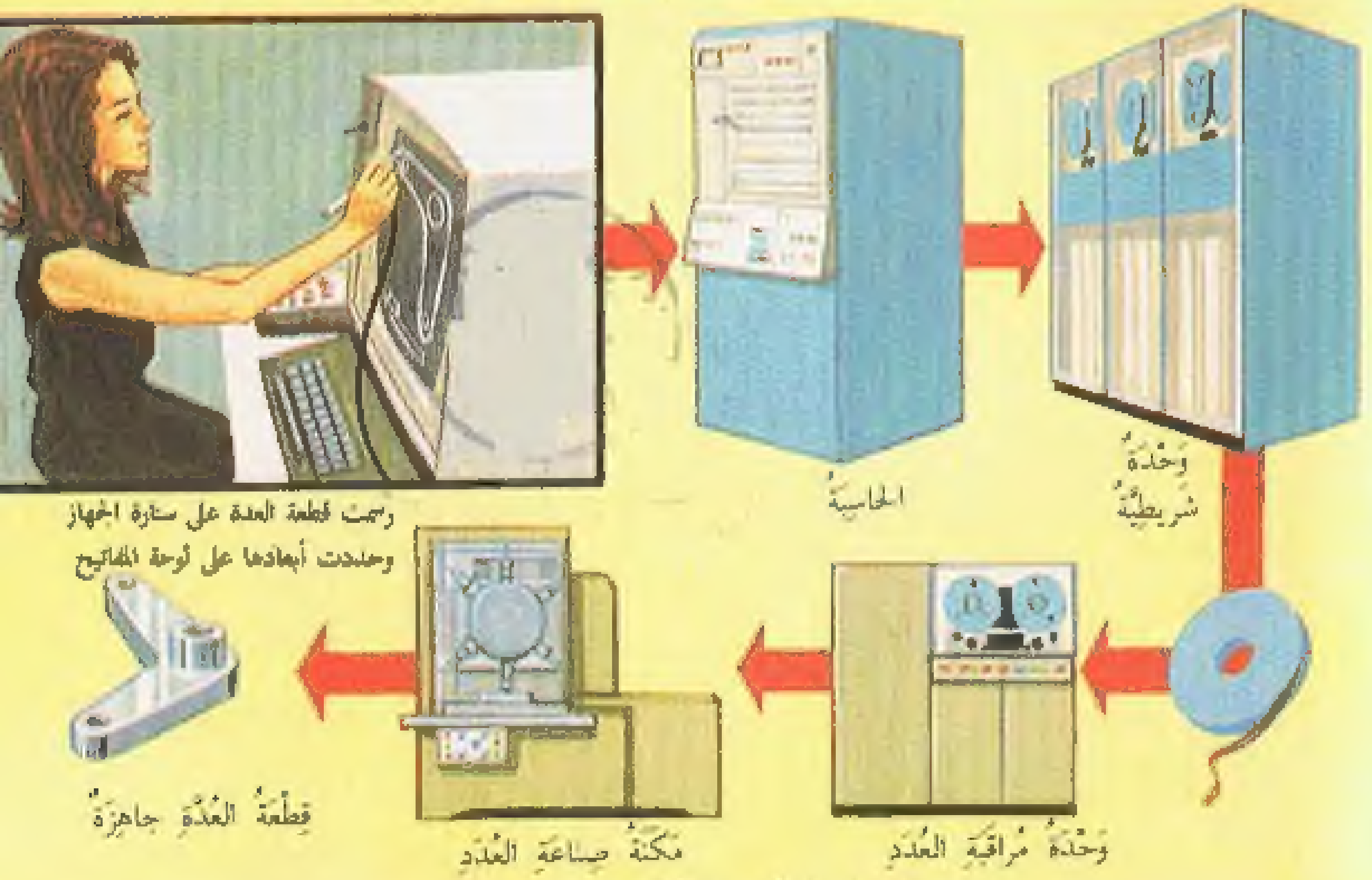


مَلامِس حساسة لتسجيل (أ) سرعة النبض (ب) شكل أمواج القلب (ج) ضغط الدم (د) أمواج الدماغ

مَكِنَةٌ كاتِبَةٌ

وَحْدَةُ عِنايَةٍ فائِقَةٍ بِمُراقَبَةٍ حاسِبِيَّةٍ

تراقب الحاسبة مُختلف وظائف جسم المريض وتطلق انذارًا اذا بدت أي اشارة بالخطر



نِظامُ مُراقَبَةٍ لِمَكِنَةِ صِناعَةِ العُدَدِ

وَحْدَةُ مُعالَجَةٍ دِقِّيَّةٌ



ملم ١ ٢ ٣ ٤

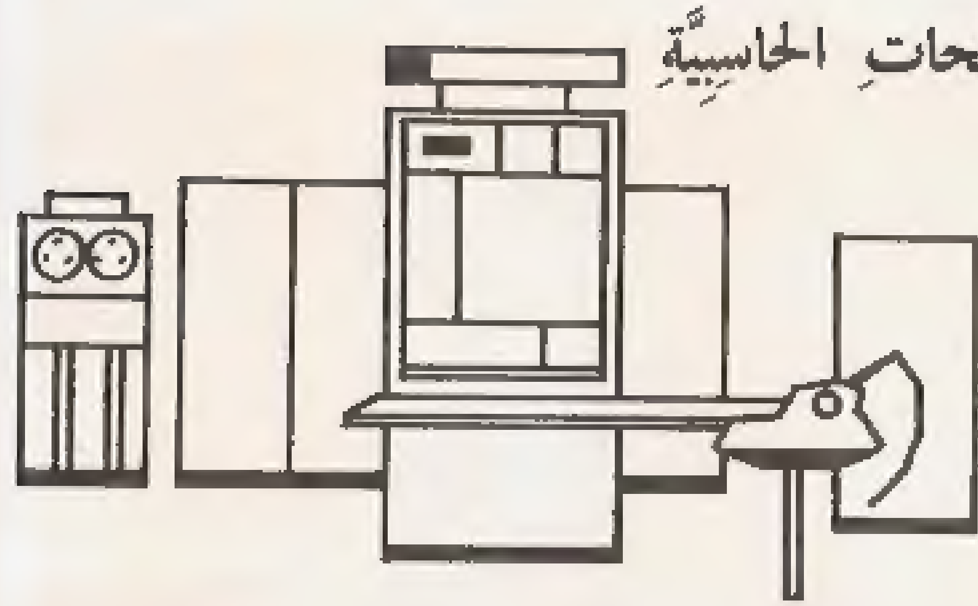
الحاسِبَةُ وإِمْكاناتُها المُسْتَقْبَلِيَّةُ

يَتَزايَدُ اسْتِعْمالُ الحاسِباتِ عامًا بَعْدَ عامٍ وتَتَغَيَّرُ تَصامِيمُها بِسُرْعَةٍ مُماثِلَةٍ. فَمَا كانَ مِنْها يُعْتَبَرُ حَدِيثًا ومُعاصِرًا قَبْلَ خَمْسِ سَنَواتٍ هُوَ عَتِيقٌ قَدِيمُ الطِّرازِ اليَوْمَ، والَّذي يُعَدُّ الأَحْدَثَ والأَجَدَّ اليَوْمَ سَيَكُونُ طِرازًا قَدِيمًا بَعْدَ خَمْسِ سَنَواتٍ.

وبِالإِضافَةِ إِلى اسْتِعْمالاتِها في المَكاتِبِ والمَصارِفِ ودَوائِرِ البَرِيدِ والمُؤَسَّساتِ الهَنْدَسِيَّةِ وخُطُوطِ الطَّيَرانِ وسِواها مِنْ مَجالاتِ العَمَلِ الأُخْرى، تُسْتَخْدَمُ الحاسِباتُ حالِيًّا لِلتَّحَكُّمِ في طَيَرانِ المَرْكَباتِ الفَضائِيَّةِ وفي مُراقَبَةِ عَمَلِ مَكِناتِ المَصانِعِ. وفي حِينِ تَعْمَلُ الحاسِبَةُ في التَّطْبِيقاتِ العِلْمِيَّةِ والتِّجارِيَّةِ عَلى تَلَقِّي المَعْلُوماتِ في وَحْدَةِ الدَّخْلِ وعَرْضِ أَوْ تَقْدِيمِ النَّتِيجَةِ المَحْسُوبَةِ في وَحْدَةِ الخَرْجِ، فَإِنَّها في مَجالاتِ مُراقَبَةِ سَيْرِ المَرْكَباتِ الفَضائِيَّةِ وتَشْغِيلِ المَكِناتِ الصِّناعِيَّةِ تَعْمَلُ فِعْلِيًّا أَوْ مَيْدانِيًّا في تَوْجِيهِ حَرَكَةِ المَرْكَبَةِ أَوْ في ضَبْطِ حافَّةِ القَطْعِ في المَكِنَةِ الصِّناعِيَّةِ طَوالَ وَقْتِ العَمَلِ.

والحاسِباتُ نَفْسُها تَخْضَعُ لِتَطَوُّرٍ مُسْتَمِرٍّ، فالصِّماماتُ الكَهْرَبائِيَّةُ اخْتَفَتْ لِتَحُلَّ مَكانَها التَّرانْزِسْتُوراتُ والدَّايُوداتُ (الصِّماماتُ الثُّنائِيَّةُ) ذاتُ الاعْتِمادِيَّةِ الأَعْلى والحَجْمِ الأَصْغَرِ، والأَقَلُّ اسْتِهْلاكًا لِلطّاقَةِ الكَهْرَبائِيَّةِ. كَذٰلِكَ فَإِنَّ البُحُوثَ المُسْتَمِرَّةَ في خَصائِصِ المَوادِّ المُخْتَلِفَةِ أَدَّتْ إِلى تَناقُصٍ مُسْتَمِرٍّ في حَجْمِ الدّاراتِ المَطْبُوعَةِ والمَخازِنِ. ويُمْكِنُ الآنَ جَمْعُ آلافِ المُقَوِّماتِ في رَقائِقَ مِنَ السِّلِيكُونِ لا تَزِيدُ مِساحَتُها عَلى ثُلُثِ سَنْتِيمِتْرٍ مُرَبَّعٍ. وسَيَشْهَدُ المُسْتَقْبَلُ حاسِباتٍ أَشَدَّ صِغَرًا وأَكْثَرَ كَفاءَةً لِلْقِيامِ بِأَعْمالٍ ومُهِمّاتٍ أَكْثَرَ تَنَوُّعًا وأَشَدَّ تَعْقِيدًا.

مَسْرَدٌ بِبَعْضِ المُصْطَلَحاتِ الحاسِبِيَّةِ



لِلْحاسِبَةِ مُصْطَلَحاتُها الخاصَّةُ ، ومِنَ الأَهَمِّيَّةِ بِمَكانٍ تَمْييزُ المَعْنَى الخاصِّ لِلْمُصْطَلَحِ عَنْ أَيِّ مَعْنًى عامٍّ قَدْ يَكونُ لَهُ في حُقولٍ أُخْرى .

وفي ما يَلي بَعْضُ هٰذِهِ المُصْطَلَحاتِ :

أَمْرٌ : (أُنْظُرْ تَعْليمَة)

بَرْنامَجٌ : مَجْموعَةُ تَعْليماتٍ (يُعَبَّرُ عَنْها بِلُغَةِ الحاسِبَةِ) لِحَلِّ مُشْكِلَةٍ مُعَيَّنَةٍ. والبَرْمَجَةُ هِيَ كِتابَةُ هٰذِهِ التَّعْليماتِ .

تَعْليمَةٌ. أَمْرٌ: خُطْوَةٌ في العَمَلِيَّةِ الحِسابِيَّةِ مُبَيَّنَةٌ كَرَمْزٍ في بَرْنامَجِ الحاسِبَةِ .

سِجِلٌّ: مَوْقِعٌ دائِمٌ في المَخْزَنِ يُحْفَظُ لِتُخْزَنَ فيهِ المُعْطَياتُ مُؤَقَّتًا .

عُنْوان : تَخْزُنُ الحاسِبَةُ أَعْدادًا وتَعْليماتٍ في مَخْزَنِها. وهٰذا المَخْزَنُ يَنْقَسِمُ عادَةً إلى مَواقِعَ يَحْمِلُ كُلٌّ مِنْها رَقْمًا أَوْ تَعْليمَةً . ولِكُلٍّ مِنْ هٰذِهِ المَواقِعِ عَلامَةٌ تَدُلُّ عَلَيْهِ مَهْما كانَ نَوْعُ العَدَدِ أَوِ التَّعْليمَةِ الَّتي يَحْتَويها. هٰذِهِ العَلامَةُ تُسَمَّى غالِبًا عُنْوانَ المَوْقِعِ .

قَفْزَةٌ : تَعْليمَةٌ يُمْكِنُ أَنْ تُغَيِّرَ تَتابُعَ تَنْفيذِ العَمَلِيّاتِ في الحاسِبَةِ.

كَلِمَةٌ :مَجْموعَةٌ مِنَ الأَرْقامِ الثُّنائِيَّةِ.

لُغَةٌ : لِلْحاسِبَةِ لُغَتُها الرَّمْزِيَّةُ الَّتي تَخْتَلِفُ بِاخْتِلافِ نَوْعِيَّتِها. فَشَفْرَةُ الرُّموزِ المُسْتَخْدَمَةُ لِحاسِبَةٍ مُعَيَّنَةٍ هِيَ لُغَتُها.

مَخْزَن : قِسْمٌ يَحْوي جَميعَ التَّعْليماتِ والأَرْقامِ الَّتي تَسْتَخْدِمُها الحاسِبَةُ .

مُخَطَّطُ سَيْرِ العَمَلِيّاتِ : مُخَطَّطٌ يُبَيِّنُ الخَطَواتِ الأَساسِيَّةَ في عَمَلِيَّةِ الحِسابِ أَوْ في عَمَلِيَّةٍ مُعَيَّنَةٍ أُخْرى وكَيْفِيَّةَ تَتابُعِها عِنْدَ التَّنْفيذِ .

مُعالِجٌ مَرْكَزِيٌّ: هُوَ ذٰلِكَ القِسْمُ مِنَ الحاسِبَةِ الَّذي يَقومُ بِإِجْراءِ الحِساباتِ جَميعِها .

مَكَنَةٌ : يُطْلَقُ أَحْيانًا عَلى الحاسِبَةِ اسْمُ المَكَنَةِ .

مَوْقِعٌ : مَكانٌ أَوْ قِسْمٌ في مَخْزَنِ الحاسِبَةِ (أُنْظُر عُنوان) .

وَحَداتٌ مُحيطِيَّةٌ أَوْ طَرَفِيَّةٌ : أَجْهِزَةٌ مُلْحَقَةٌ مُرْتَبِطَةٌ بِالمُعالِجِ المَرْكَزِيِّ كَأَجْهِزَةِ الدَّخْلِ والخَرْجِ .

كُتُبٌ في هذه السِّلْسِلَة
تُفيد في مَجال الكَهْرَباء والإلِكْترونيّات

كَيْفَ تَصْنَعُ راديو تَرانْزِسْتور
قِصَّةُ الرّاديو
مَبادِئُ الكَهْرَباءِ والمِغْنَطيسِيَّة
كَيْفَ يَعْمَلُ التِّلِفِزْيون
كَيْفَ يَعْمَلُ التِّلِفون
الإلِكْترونِيّاتُ لِلْهُواة

سِلْسِلَةُ «كَيْفَ تعْمَلُ»

١ – الكاميرا

٢ – السّيارة

٣ – التِّلفون

٤ – التِّلفزْيون

٥ – الصّاروخ

٦ – الحاسبة الإِلكْترونيّة

٧ – الحَوّامَة

٨ – المِرْقَب (التِّلِسكوب)
والمِجْهَر (الميكروسْكوب)

٩ – الطّائرة

١٠ – الآلات الزّراعيّة

١١ – الدّرّاجة النّاريّة

١٢ – القاطِرَة

Series 654 Arabic

في سِلسِلَة كُتُبِ المُطالَعةِ الآن أكثرُ مِن ٢٥٠ كِتابًا تَتناوَل ألوانًا مِن الموضوعات تناسِبُ مختلِف الأعمار. اطلب البَيان الخاصّ بها مِن :

مَكتبة لبنان – ساحَة رِياض الصُّلح – بَيروت